

151150

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

TÜRKİYE'DE TESCİLİ YAPILAN ARPA ÇEŞİTLERİNİN  
HORDEİN ELEKTROFOREGRAMLARININ BELİRLENMESİ ve  
BUNLARIN MALT KALİTESİ ile İLİŞKİSİNİN SAPTANMASI

Hülya SİPAHİ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

ANKARA  
2004

Her hakkı saklıdır.

Doç. Dr. Mehmet Ali YILDIZ danışmanlığında, Hülya SİPAHİ tarafından hazırlanan bu çalışma 25. 02. 2004 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Zootekni Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

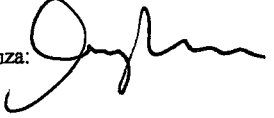
Başkan: Prof. Dr. Cumhuri ÇÖKMÜŞ

Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü

İmza: 

Üye: Prof. Dr. Ceyhan ÖZBEYAZ

Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Zootekni ABD

İmza: 

Üye: Prof. Dr. Saim BOZTEPE

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü

İmza: 

Üye: Doç. Dr. Ensar BAŞPINAR

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü

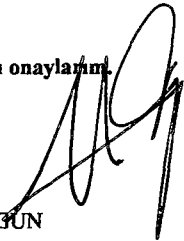
İmza: 

Üye: Doç. Dr. Mehmet Ali YILDIZ

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü

İmza: 

Yukarıdaki sonucu onaylım.



Prof. Dr. Metin OLGUN

Enstitü Müdürü

## ÖZET

Doktora Tezi

### TÜRKİYE'DEKİ TESCİLLİ ARPA ÇEŞİTLERİNİN HORDEİN ELEKTROFOREGRAMLARININ BELİRLENMESİ ve BUNLARIN MALT KALİTESİ İLE İLİŞKİSİNİN SAPTANMASI

Hülya SİPAHI

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mehmet Ali YILDIZ

Bu araştırmanın amacı Türkiye'deki 32 arpa çeşidini hordeinin elektroforetik bant modellerinden yararlanarak tanımlama ve ıslah programlarında, yüksek malt kalitesine sahip arpa hatlarının dolaylı seleksiyonunda belirli hordein bant veya bant modellerinden belirteç (markör) olarak yararlanma olanağının araştırılmasıdır.

Çalışılan çeşitlerde, C hordeinde 20, B hordeinde 30 ve B ile C hordeinleri birlikte değerlendirildiğinde 36 farklı bant modeli belirlenmiştir. Çeşitlerden Tokak 157/37, Anadolu 86, Bülbül 89, Şahin 91, Tarm 92, Efes 3, Karatay 94, Orza 96, Kalaycı 97, Angora, Aydanhanım Kaya 7794, Bornova 92, Hamidiye 85, Erginel 90, Çetin 2000 ve Avcı 2002'nin hordein bant modeli bakımından kendi içlerinde birörneklik gösterdikleri belirlenmiş, buna karşın Cumhuriyet 50, Ankara 86, Obruk 86, Yesevi 93, Balkan 96, Kırıl 97, Sladoran, Anadolu 98 ve Efes 98'de 2, Bilgi 91'de 3, Yeşilköy 387'de 4, Şerifehanım 98, Süleymanbey 98'de 5 ve Zafer 160'da 6 farklı elektroforetik hat (biyotip) saptanmıştır. Hamidiye 85, Balkan 96, Kalaycı 97, Kırıl 97, Sladoran ve Avcı 2001 özgül hordein bant modeli göstermiştir. Hordein bantlarının çeşitlerde bulunup bulunmaması temelinde hesaplanan genetik yakınlık değerleri kullanılarak yapılan kümeleme analizinde, birçok arpa çeşidinin genetik olarak birbirine yakın oldukları görülmüştür.

Farklı hordein bant modellerine sahip bazı çeşitlerin belirli malt kalite kriterleri ortalamaları arasındaki farkların önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Malt kalitesini etkileyen belirli özellikler bakımından yapılan kümeleme analizi sonuçlarından, farklı hordein bant modellerine sahip çeşitlerin aynı kümede, benzer hordein bant modeline sahip olanların ise farklı kümelere yer alabildikleri görülmüştür. Bu durumda genel olarak, hordein bant modelleri ile malt kalitesi arasında herhangi bir ilişkinin bulunmadığı söylenebilir.

Her bir hordein bandının malt kalite kriterleri ile olan ilişkisi, söz konusu banda sahip olan ve olmayan çeşitlerin ele alınan özellik ortalamaları arasındaki farkların irdelenmesi ile tespit edilmiştir. Rutubet ile 3, malt özütü ile 8, çözümlü azot ile 9, Kolbach indeksi ile 3, viskozite ile 20, friabilimetre ile 19 ve protein ile 11 tane hordein bandına sahip olan çeşitler ile olmayan çeşitlerin ortalamaları arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Buna dayanarak bazı hordein bantlarının malt kalitesinin düşük veya yüksek olmasının bir göstergesi olarak kullanılabileceği ifade edilebilir.

2004, 80 sayfa

**ANAHTAR KELİMELER:** Arpa, hordein, elektroforez, çeşit tanımlama, malt.

## ABSTRACT

Ph. D. Thesis

### DETERMINATION OF HORDEIN ELECTROPHOREGRAMS OF TURKISH BARLEY CULTIVARS AND THEIR RELATIONSHIP WITH MALTING QUALITY

Hülya SİPAHİ

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Animal Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet Ali YILDIZ

The aim of this research is to identify 32 Turkish barley cultivars by using hordein band patterns and to search potential use of the band/band patterns as markers for indirectly selecting high malting quality barley lines in barley breeding programme.

In cultivars studied, the number of band models determined for C, B and B-C hordein were 20, 30 and 36, respectively. The study indicated that hordein band patterns of cultivars Tokak 157/37, Anadolu 86, Bülbül 89, Şahin 91, Tarm 92, Efes 3, Karatay 94, Orza 96, Kalaycı 97, Angora, Aydanhanım Kaya 7794, Bornova 92, Hamidiye 85, Erginel 90, Çetin 2000 and Avcı 2002 were homogeneous. In contrast, the other cultivars showed different degrees of heterogeneity, Cumhuriyet 50, Ankara 86, Obruk 86, Yesevi 93, Balkan 96, Kırıl 97, Sladoran, Anadolu 98 and Efes 98 with 2, Bilgi 91 with 3, Yeşilköy 387 with 4, Şerifehanım 98 and Süleymanbey 98 with 5 and Zafer 160 with 6 biotypes. Specific hordein band patterns were obtained for the cultivars Hamidiye 85, Balkan 96, Kalaycı 97, Kırıl 97, Sladoran and Avcı 2001. Cluster analysis by using genetic similarity calculated based on the presence of hordein bands in cultivars showed that most of the cultivars have genetically close relationship.

Differences between the means of malting quality criteria of some cultivars which had different hordein band patterns were non significant. Cluster analysis based on highly effective criteria on malt quality showed that the cultivars having various band patterns were in the same groups, while the cultivars having same band pattern were in different groups. Therefore, It can be concluded that there is no correlation between hordein band patterns and malt quality.

Relationship between every hordein band and malt quality criteria was determined based on significance of the main differences of means among cultivars. According to this, relationship between absence or presence of hordein band pattern and malt quality criteria such as humidity with 3, malt extract with 8, soluble nitrogen with 9, Kolbach index with 3, viscosity with 20, friability with 20 and protein with 11 was shown significant. These hordein band patterns can be used in to account as an indicator of high or low malt quality criteria.

**2004, 80 pages**

**Key Words:** Barley, hordein, electrophoresis, cultivar identification, malt

## TEŞEKKÜR

'Türkiye'de Tescilli Yapılan Arpa Çeşitlerinin Hordein Elektroforegramlarının Belirlenmesi ve Bunların Malt Kalitesi ile İlişkinin Saptanması' adı altında gerçekleştirilen bu çalışma TÜBİTAK, Tarım Orman ve Gıda Teknolojileri Araştırma Grubu tarafından 'TOGTAG-2613' no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

Tez konusunun saptanması, sonuçların değerlendirilmesi ve tezin hazırlanmasındaki katkılarından dolayı danışman hocalarım Sayın Doç. Dr. Mehmet Ali YILDIZ'a, Doç. Dr. Ensar BAŞPINAR'a ve Prof. Dr. Dr. Sevinç ASAL'a, verilerin analizi ve değerlendirilmesinde görüş ve önerilerinden yararlandığım Sayın, Prof. Dr. Tahsin KESİCİ'ye, Prof. Dr. Cumhuri ÇÖKMÜŞ'e, Prof. Dr. Zahide KOCABAŞ'a, istatistik analizlerdeki yardımlarından dolayı Dr. Canan YAZICI ve Dr. Bahar TAŞDELEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Çeşitlerin mikromalt analizlerinin yapımı ve malt kalitelerinin belirlenmesi konusundaki çalışmalarından dolayı Anadolu Biracılık Malt ve Gıda A.Ş.'ne, Sayın Dr. Recep ÖZKARA'ya ve Dr. Abdülkadir BAŞGÜL'e teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın yapılmasında büyük destek ve yardımlarını gördüğüm Sayın Dr. Taner AKAR' a, Ziraat Yük. Müh. İsmail SAYIM' a, Dr. Fazıl Düşünceli' ye, laboratuvar çalışmalarında destek olan Biyolog Aygül TEKELİ ve Safiye ÖZTÜRK'e, Yakut KARSLIOĞLU'na teşekkürlerimi iletirim.

Manevi desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

Hülya SİPAHİ

Ankara, Şubat 2004

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
<b>1.GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....</b>	<b>6</b>
2.1. Arpanın Sistematiği, Orijini ve Genetiği.....	6
2.2. Arpa Proteinleri Hakkında Genel Bilgiler.....	7
2.2.1. Hordein genetiği.....	10
2.2.2. Hordeinin elektroforetik analizi ve bunlardan yararlanma yolları.....	11
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>22</b>
3.1. Materyal.....	22
3.2. Deneme Yerinin Toprak ve İklim Özellikleri.....	22
3.3. Yöntem.....	25
3.3.1. Örneklerin ekim ve bakımı.....	25
3.3.2. Malt analizi.....	25
3.3.3. Hordeinin elektroforetik analizi.....	26
3.3.3.1. Çözeltiler.....	26
3.3.3.1.1. Özütleme çözeltisi.....	27
3.3.3.1.2. Elektrot tampon çözeltisi.....	27
3.3.3.1.3. Jel tampon çözeltisi.....	27
3.3.3.1.4. Stok boya çözeltisi.....	27
3.3.3.1.5. Boya çözeltisi.....	27
3.3.3.1.6. Ayrıştırıcı çözeltisi.....	28
3.3.3.2. Elektroforez işleminde kullanılacak hordein örneklerinin hazırlanması.....	28
3.3.3.3. Jelin hazırlanışı.....	28
3.3.3.4. Örneklerin jele yerleştirilmesi.....	29
3.3.3.5. Elektroforez işlemi.....	29

3.3.3.6. Jellerin boyanması ve yıkanması.....	29
3.3.4. Verilerin Değerlendirmesi.....	30
3.3.4.1. Elektroforegramların değerlendirilmesi.....	30
3.3.4.2. Çeşitler arası genetik yakınlığın tahmini.....	32
3.3.4.3. Malt kalite kriterlerine ait verilerin değerlendirilmesi.....	32
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>33</b>
4.1. Elektroforetik Analiz Sonuçları.....	33
4.2. Malt Analizleri.....	62
4.3. Elektroforegramların Malt Kalitesi ile İlişkisi.....	63
<b>5. SONUÇ.....</b>	<b>72</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>74</b>
<b>ŐZGEMIŐ.....</b>	<b>80</b>

## SİMGELER DİZİNİ

bp	Baz çifti
2D	İki boyutlu
ha	Hektar
HMW	Yüksek moleküler ağırlık
<i>Hor1</i>	C hordein lokusu
<i>Hor2</i>	B hordein lokusu
<i>Hor3</i>	D hordein lokusu
<i>Hor4 (HrdG)</i>	B hordein benzeri mutant lokus
<i>Hor5 (HrdF)</i>	$\gamma$ hordein lokusu
IEF	İzoelektrik odaklama
K	Potasyum
kb	Kilo baz
kd	Kilo dalton
PAGE	Poliakrilamid jel elektroforezi
PCR	Polimeraz zincir tepkimesi
pg	Pikogram
P	Fosfor
Rem	Nispi elektroforetik mobilite
RFLP	Sınırlanmış parçacık uzunluğu polimorfizmi
Ri	Nisbi boyanma yoğunluğu
SGE	Nişasta jel elektroforezi
SDS	Sodyum dodesil sülfat
SDSGPAGE	Sodyum dodesil sülfat gradient poliakrilamid jel elektroforezi
TCA	Trikloro asetik asit



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Hordein genlerinin beşinci kromozomdaki konumları .....	10
Şekil 3.2. Atem çeşidine ait hordein elektroforegramı.....	31
Şekil 4.1. Arpa çeşitlerinde tespit edilen C hordein elektroforegramları.....	35
Şekil 4.2. Arpa çeşitlerinde tespit edilen B hordein elektroforegramları.....	36
Şekil 4.3. Arpa çeşitlerinde tespit edilen hordein elektroforegramları.....	38
Şekil 4.4. Arpa çeşitlerinde tespit edilen hordein elektroforegramlarının şematik gösterimi.....	42
Şekil 4.5. Tokak 157/37 çeşidine ait hordein elektroforegramı.....	44
Şekil 4.6. Obruk 86 çeşidine ait hordein elektroforegramı.....	44
Şekil 4.7. Anadolu 98 çeşidine ait hordein elektroforegramı.....	44
Şekil 4.8. Yeşilköy 387 çeşidine ait hordein elektroforegramı.....	44
Şekil 4.9. Zafer 160 çeşidine ait hordein elektroforegramları.....	45
Şekil 4.10. Cumhuriyet 50 çeşidine ait hordein elektroforegramı.....	45
Şekil 4.11. Yerçil 147 çeşidine ait hordein elektroforegramı.....	45
Şekil 4.12. Hamidiye 85 çeşidine ait hordein elektroforegramı.....	47
Şekil 4.13. Ankara 86 çeşidine ait hordein elektroforegramı.....	47
Şekil 4.14. Bilgi 91 çeşidine ait hordein elektroforegramı.....	47
Şekil 4.15. Balkan 96 çeşidine ait hordein elektroforegramı.....	47
Şekil 4.16. Kalaycı 97 çeşidine ait hordein elektroforegramı .....	48
Şekil 4.17. Kırıl 97 çeşidine ait hordein elektroforegramı.....	48
Şekil 4.18. Sladoran çeşidine ait hordein elektroforegramı.....	48
Şekil 4.19. Avcı 2002 çeşidine ait hordein elektroforegramı.....	48
Şekil 4.20. Şerifehanım 98 çeşidine ait hordein elektroforegramları.....	49
Şekil 4.21. Süleymanbey 98 çeşidine ait hordein elektroforegramları.....	49
Şekil 4.22. Bazı B ve C hordein modellerindeki belirli bantların boyanma yoğunluklarındaki farklılıklar .....	54
Şekil 4.23. Hordein bant modelleri bakımından çeşitlere ait dendogram.....	59
Şekil 4.24. Malt kalite kriterleri bakımından çeşitlere ait dendogram.....	66

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Türkiye'deki bazı arpa çeşitlerinin tescil yılı ve çeşit sahibi kurum adları..	23
Çizelge 3.2. Deneme parselinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	24
Çizelge 3.3. Deneme yerinin uzun yıllar ve denemenin yürütüldüğü yıllara (2000-2001) ait aylık yağış ve sıcaklık değerleri.....	24
Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan 32 arpa çeşidinin pedigrileri, başak sıra sayıları ve kullanım alanları (Tohumluk Tescil Sertifikasyon Merkezi Arşivi).....	34
Çizelge 4.2. Türkiye'deki bazı arpa çeşitlerinde belirlenen hordeinin elektroforetik bant modelleri.....	41
Çizelge 4.3. Hordein lokuslarında tespit edilen modellerin rastlanma sıklıkları.....	55
Çizelge 4.4. Hordein bant modelleri bakımından çeşitlere ait benzerlik matrisi	58
Çizelge 4.5. Çeşitlerin malt kalite özelliklerine ilişkin tanıttıcı istatistikleri (n=2) ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	64
Çizelge 4.6. Malt kalite değerlerine göre çeşitlerin oransal farklılık dereceleri.....	65
Çizelge 4.7. Farklı bantlara sahip çeşitlerin malt kalite kriterleri ortalamalarına ait F değerleri.....	68
Çizelge 4.8. Farklı bantlara sahip çeşitlerin malt kalite kriterleri ortalamalarına ait Değerler.....	70

## 1.GİRİŞ

Arpa (*Hordeum vulgare L.*) tarihi, coğrafi ve biyolojik bakımdan olduğu kadar ekonomik olarak da serin iklim tahılları arasında önemli bir yere sahiptir. Arpa, 54 milyon ha ekiliş, 131558 milyon ton üretim ve 2.4 ton/ha verim seviyesiyle dünyada buğday, mısır ve çeltikten sonra dördüncü sırada kültürü yapılmakta olan tahıl cinsidir (FAOSTAT 2002).

Türkiye, 3.55 milyon ha arpa ekiliş alanıyla dünyada üçüncü sırada yer alırken, verimliliğin düşük olması nedeniyle üretim açısından yedinci sırada bulunmaktadır (FAOSTAT 2002). Türkiye'nin dünyada istenilen arpa üretim ve verim seviyesine ulaştırılabilmesi için arpa ekiminin yapıldığı verimsiz alanların azaltılması, yetiştirme tekniklerinin uygulanması ve ıslah edilen yeni çeşitlere üretimde daha fazla yer verilmesi gerekmektedir (Akar vd 1999).

En eski kültür bitkilerinden olan arpa, binlerce yıl önce insan besini olarak tüketilmiş, zaman zaman çeşitli içki yapımında ve 6. yüzyıldan bu yana da hayvan beslenmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Önceleri insan beslenmesinde büyük payı olan arpa, günümüzde yerini çavdar ve buğdaya bırakmıştır. Ancak, bazı ülkelerde hala buğday ununa % 8-10 oranında katılmaktadır. Hayvan yemi olarak tüketilen tahıl cinsleri arasında arpa % 79'u aşan nişasta değeriyle yem değeri en üstün olanıdır. Bitkinin saplarından saman ve yataklık olarak da faydalanılmaktadır.

Arpa tanesi malt ve bira endüstrisinin ham maddesi olarak da değerlendirilmektedir. Malt, belirli ısı ve rutubet altında arpanın bir süre ıslatılıp, çimlendirilip, kavrulduktan sonra kurutulup kökçüklerinin ayrılmasıyla elde edilen bir üründür. Malt yapımında çeşitli tahıllar kullanılmakla birlikte arpanın bazı avantajları vardır. Arpa çimlenme sırasında hem  $\alpha$  hem de  $\beta$  amilaz enzimlerinin ikisini birden üreten nadir tahıllardandır. Bu durum, nişasta modifikasyonunu kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, arpa tanesi sahip olduğu kavuz sayesinde çimlenme sırasında embriyoyu koruyarak birörnek çimlenmeyi sağlamaktadır. Kavuz, bira üretiminde sıra filtrasyonunu kolaylaştırmakta yani biralıklı lapayı filtre etmede filtrasyon aracı olarak kullanabilmektedir. Islatılmış arpa tanesi sert

bir yapıdadır ve bu nedenle yumuŖatma iŖleminde yüksek nem oranlarında zarar görmez, çatlamaz, böylece iŖlemede zarar riski azalmaktadır. Malt Ŗurubu, ekmekilikte, Ŗekerlemede, dokuma endüstrisinde, yatıŖtırıcı etkisiyle tıpta, maltlı süt ise alkol, sirke ve maya yapımında kullanılmaktadır. Malt artığı olan posadan ise yaŖ ya da kuru olarak hayvan beslenmesinde faydalanılmaktadır.

Türkiye’de arpa üretiminin önemli miktarı hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Maltlık arpanın toplam üretim ierisindeki payı oldukça dŖktr. Maltlık arpanın birim fiyatının yemlik arpadan % 70-80 daha yüksek oluŖu ve maltın ihra edilme potansiyelinin yüksek bulunması maltlık arpa üretiminin artırılması gereğini de birlikte getirmektedir. Bu bağlamda dünya malt sektörü birörnek tane yapısında ve malt özütü verimi yüksek arpa eŖitlerini tercih etmektedir. Türkiye’de üretimi yapılan eŖitlerin bazıları bu standartlara uygun değildir. Sanayicilerin rekabet Ŗansını artırmak ve malt üretimini geliŖtirmek, öncelikle malt kalitesi dünya standartlarına uyan yüksek verimli eŖitlerin geliŖtirilmesi ile mümkündür. Bu amala yürütülen ıslah alıŖmalarında; verim seviyesi artırılırken, yüksek malt özütü veren, fiziksel ve biyokimyasal kalite kriterleri geliŖtirilmiŖ genotiplere ağırlık verilmelidir. Malt kalitesi esas olarak eŖidin genotipine bağlı olmakla birlikte yetiŖtirme tekniği, iklim ve toprak gibi faktörlerden de oldukça etkilenmektedir. Farklı arpa eŖitleri benzer morfolojik grnŖte olsalar bile malt ve bira kalitesi bakımından farklı özellikler gösterebilirler. Bu farklılıklar eŖitlerin fiziksel ve biyokimyasal özelliklerinden kaynaklanabilir. Arpa proteinlerinin miktarı ve yapısı tanenin gıda ve teknolojik kalitesini etkileyen önemli bir kimyasal özelliktir. Arpa eŖitlerinin malt kaliteleri yönünden gösterdikleri farklılıkların nedenleri ve endosperm proteini olan hordeinin, bu farklılıktaki rolünün anlaŖılması üzerine yoğun alıŖmalar yapılagelmektedir (Baxter ve Wainwright 1979, Shewry vd 1980, Smith ve Lister 1983, Peltonen vd 1994).

Hordeinin miktarı ve ieriği arpa tanesinin bazı teknolojik özelliklerini (malt yapımı esnasında su alımı, malt modifikasyonu, özüt ve bira yapımında filtrasyon gibi) nemli lde etkilemektedir. Bu nedenle hordein genlerinin ve polipeptit yapılarının incelenmesi, genlerin kalıtım modellerinin belirlenmesi ve hordeinin depolanmasını kontrol eden mekanizmaların anlaŖılmasına yönelik alıŖmalar devam etmektedir.

Sanayiciler ve ıslahçılar arpa çeşitlerinin yemlik, maltlık veya biralık gibi belirli amaçlara uygunluğunu bilmek isterler. Çünkü çeşitlerin kalite özellikleri işlenecek ürüne bağlı olarak değişmektedir. Yemlik ve maltlık üründe aranan özellikler farklılık göstermektedir. Dolayısıyla çeşitleri mümkün olduğunca fazla özellik bakımından tanımlamak ve aralarındaki farklılıkları nesnel unsurlara göre tespit etmek son derece önem taşımaktadır.

Arpa çeşitlerini tanımlamak için morfolojik özelliklerden, DNA seviyesinde polimorfizmin saptanmasına kadar çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Morfolojik özellikler temelinde yapılan tanımlamada, ayrıntılı ve zahmetli veri toplama işlemlerini gerektiren morfolojik özelliklerin çevre koşullarından etkilenmesi, çeşit ayrımını zorlaştırmakta ve bazen benzer morfolojik yapıdaki çeşitlerin ayrımında yanılgıya düşülmektedir. Çeşit tanımlaması amacıyla morfolojik karakterlerle birlikte proteinler ve enzimler de kullanılmaktadır. Proteinlerin doğrudan genlerin transkripsiyon ve translasyon ürünleri olması nedeniyle protein yapısının analizi, aynı zamanda polipeptitlerin ve ilgili genin analizi olarak da düşünülebilmektedir. Bir çeşidin, üzerinde durulan herhangi bir protein ya da enzim bakımından diğer çeşitlerden farklılık göstermesi ve bu farklılığın genetik esaslı olması nedeniyle, protein yapısının analizi çeşit tanımlaması için ideal yollardan birisidir. Bireyler arasındaki genetik farklılıkların tespit edilmesi proteinlerin elektroforetik analizleri ile mümkün olabilir. Bitkilerde özellikle depo proteinleri olmak üzere çok sayıda polimorfik protein bulunmaktadır. Bu proteinlerin ayrımında, çok sayıda elektroforetik yöntem kullanılmaktadır. Elektroforez yöntemiyle bir çeşit için generasyonlar boyunca sabit, tekrarlanabilir özgün bir protein bant modeli elde edilebilir ve bu model çevresel etkilerden etkilenmez. Çeşitler arasındaki farklılık, jelin belirli bir bölgesindeki bant yada bant gruplarının varlığı/yokluğu temelinde belirlenmektedir. Tahıl prolaminlerinin (tohum depo proteini) elektroforetik analizi buna iyi bir örnektir. Prolaminler bir lokusta çeşitli allellerin bulunduğu çok sayıda genle kodlanır ve bu genlerin ürünleri elektroforetik olarak ayrılabilen çok sayıda bant oluşturur. Benzer şekilde hordein elektroforezi arpa çeşitlerinin tanımlanmasında kullanılabilecek güvenilir, basit ve tekrarlanabilir yöntemlerden birisidir.

Hordein elektroforezi yöntemi, saf tohum üretimine yönelik olarak birörneklığın sağlanmasında ve piyasadaki çeşitlerin saflıklarının kontrolünde kullanılabilir. Bir çeşidin tescil edilebilmesi için saf olması, diğer çeşitlerden herhangi bir özellik veya özellikler bakımından farklılık göstermesi ve bu farklılığın generasyonlar boyunca sabit olması gerekir. Malt pazarını etkileyen en önemli etken kalite ve çeşit safiyetidir. Çeşit karışımları, malt üretiminde her kademede kayıpların artmasına ve kalitenin bozulmasına neden olmaktadır. Kalite özellikleri birbirinden oldukça farklı olan çeşit karışımları birörnek malt üretimini engellemektedir. Malt üreticileri arpa çeşitlerinin özelliklerine göre değişik yumuşatma, çimlendirme ve fırın programları uygulayarak en kaliteli maltı elde etmeye çalışmaktadırlar. Ancak çeşit karışımları için uygun programlar bulmak mümkün değildir. Uygulanan program, karışım içindeki bir çeşide uygun olsa da diğerleri için uygun olmayabilir. Bu durumda malt kayıplarının ve kalitenin bozulmasının engellenmesi de oldukça güçleşmektedir. Çeşit karışımlarının meydana getirdiği sorunlar özellikle çimlendirme devresinde çok net görülebilmektedir. Hızlı çimlenen taneler malt kayıplarına, yavaş çimlenen taneler ise kalite bozulmalarına neden olmaktadır. Ayrıca, saf çeşit kullanılmamasından dolayı çimlenmeyi tekdüze hale getirebilmek için % 30-50 oranında daha fazla enerji tüketilmektedir. Çeşit karışımları sonucunda orta kaliteli maltlar ortaya çıkmakta, bu durum ise bira kalitesinde bozulmaya yol açmaktadır. Bu olumsuzluklardan etkilememek için tüccarlar, malt ve bira üreticileri uygun kalitede ve miktarlarda çeşit safiyeti yüksek ürün alabilmek için çeşit tanıma testleri yaparak karışımları tespit etmelidir (Engin ve Başgöl 1992). Çeşit saflığının saptanmasında hordein elektroforezi diğer yöntemlerle birlikte etkin bir şekilde kullanılabilir.

Kaliteli çeşitlerin geliştirilmesi için, ıslah programında kullanılan materyalin göstereceği özelliklerin bilinmesi gerekmektedir. Bunun için ıslah programının her aşamasında pahalı ve zaman alan analizlere ihtiyaç duyulmaktadır. Islah programlarında biyokimyasal belirteçlerin (markör) kullanılması ile istenen özelliğin tespit edilerek, daha kısa sürede ve daha az masrafla sonuca varmak mümkün olabilmektedir. Elektroforez yöntemiyle elde edilen hordein bant modellerinin, kalite ve dayanıklılık gibi ekonomik olarak önemli özelliklerin güvenilir biyokimyasal belirteçleri olarak kullanılabilmesine ilişkin birtakım çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, külemeye

(*Erysiphe graminis*) dayanıklılık genleri ile hordein lokuslarının (*Hor1* ve *Hor2*) sıkı bağlantısı nedeniyle hastalığa dayanıklılığın bazı tipleri ile belirli hordein allelleri arasında doğrudan bir ilişkinin bulunduğu bildirilmiştir (Shewry vd 1981). Hordein bant modellerinin malt kalitesi iyi olan çeşitlerin dolaylı seleksiyonunda kullanılabileceğine dair çeşitli çalışmalar da bulunmaktadır (He-K vd 1993, Peltonen vd 1994, Netsvetayev 1994, Yamaguchi vd 1998, Almeida ve Molina 2001).

Bu çalışmada, Türkiye'deki birçok arpa çeşidini polimorfik hordein bant modellerinden yararlanarak tanımlayabilme ve ıslah programlarında yüksek malt kalitesine sahip arpa hatlarının dolaylı seleksiyonunda, belirli hordein bant veya bant modellerinden belirteç olarak yararlanabilme olanağı araştırılmıştır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Arpanın Sistematığı, Orijini ve Genetiği

Arpa, *Graminae* (veya *Poaceae*) familyası, *Festucoideae* alt familyası, *Hordeae* şubesi, *Hordeinae* alt şubesi ve *Hordeum* cinsine ait bir bitkidir (Mekni ve Kourich 1984). *Hordeum* cinsinin yıllık, çok yıllık, diploid ve poliploid olmak üzere tüm dünyaya yayılmış toplam 32 türü bulunmaktadır.

Lübnan, İran, Irak ile Türkiye'yi kapsayan Yakın Doğu gen merkezi içinde yer alan ve 'Verimli Hilal' olarak adlandırılan bölge, arpanın genetik orijin ve çeşitlilik merkezidir. Aynı zamanda da arpa tarımının ilk olarak yapıldığı ve dünyaya yayıldığı yer olarak kabul edilmektedir.

Arkeolojik bulgulara göre Anadolu'da yaklaşık 9000 yıldan beri arpa tarımı yapıldığı tahmin edilmektedir (Harlan ve Zohary 1966).

Kültürü yapılan arpa formları M.Ö 6000-7000 yılları arasında bulunmuşken, kırılğan başaklı yabani formlar M.Ö. 8000 yıllarında bulunmuştur (Harlan 1976).

Zewen ve DeWet (1982) günümüzde tarımı yapılan iki sıralı arpanın kırılğan bir başak yapısına sahip olan *H. spontaneum* türünün kültüre alınması yoluyla elde edildiğini belirtmişlerdir.

Kültür arpası (*Hordeum vulgare L.*), 32 *Hordeum* türünden bir tanesi olup, iki alt türe sahiptir. Bunlardan biri kültür (*H. vulgare ssp. vulgare*), diğeri ise yabani (*H. vulgare ssp. spontaneum*) arpa formudur. *H. vulgare ssp. spontaneum* kültürü yapılan arpanın gen kaynağı olarak ele alınmaktadır.

Kültür arpası kendine döllenir ancak çok düşük sıklıkla da (% 5) olsa yabancı döllenme olabilir.



Arpa, diploid ( $2n=14$ ) bir bitki olup en iyi araştırılmış tahıl türlerinden bir tanesidir. Diğer yüksek bitkilerde olduğu gibi genomik bilgiler üç farklı organel (kloroplast, mitokondri ve çekirdek) DNA'sında depolanmaktadır. Bu güne kadar en iyi tanımlanan kloroplast DNA'sıdır. 133 kb içerir ve 27 gen haritalanmıştır. Mitokondri DNA'sı hakkında bilinenler azdır. Çekirdek 5.5 pg ve  $5.5 \times 10^9$  bp'lık haploid genom içerir. Fonksiyonel gen sayısının yaklaşık 50000 olduğu tahmin edilmektedir (Shewry 1993). % 75'i tekrarlanan sıralardan oluşan genomun % 80'i klonlanmış ve analiz edilmiştir. Diğer tahıl türlerinde olduğu gibi arpada da genler, genomda dağınık olarak bulunmakta ve genomun % 12'sini genlerce yoğun bölgeler oluşturmaktadır. Genler arası ortalama mesafenin 240 kb olduğu tahmin edilmektedir (Dubcovsky vd 2001).

## 2.2. Arpa Proteinleri Hakkında Genel Bilgiler

Proteinler, yetiştirme koşullarındaki azot uygulamasına ve iklim durumuna bağlı olarak genellikle olgun arpa tanesinin kuru ağırlığının % 9-13'ünü oluştururlar. Osborne (1924) tahıl proteinlerini çeşitli çözeltilerdeki çözünürlük durumlarına göre dört ana gruba ayırmıştır. Bu gruplar; suda çözünen albüminler, seyreltik tuz çözeltilerinde çözünen globulinler, seyreltik alkolde çözünen prolamınler ve alkali çözeltilerde çözünen glutelinlerdir.

Albüminler ve globulinler, enzim aktiviteli sitoplazmik proteinler olup, tane azotunun yaklaşık % 15-30'unu oluştururlar. Bu protein grupları lizin ve treonin bakımından zengin, yüksek besin değerli proteinlerdir. Glutelinler, esas olarak hücre zarında ve hücre iskeletini oluşturan elementlerde bulunan yapısal proteinlerdir. Prolaminler ise endosperme bulunan depo proteinidir. Prolamin ismi, bu grup proteinlerde prolin ve glutaminin yüksek oranda bulunmasından dolayı verilmiştir. Prolaminler buldukları tahılın latince cins adına uyarlanarak adlandırılır. Örneğin, mısırdaki (*Zea mays*) zein, arpada (*Hordeum vulgare*) hordein, çavdarda (*Secale cereale*) secalin vb.

Arpanın protein içeriği yem, malt ve bira kalitesi üzerine etkili olan önemli bir özelliktir. Protein miktarının fazla olması durumunda, malt kalitesinde azalmalar

olmaktadır. Yüksek protein oranı, nişasta oranının azalmasına dolayısıyla malt özütü ve bira veriminin düşmesine yol açmaktadır. Proteinler, biranın tat ve köpük durumunu belirleyici ve şekerlerle birlikte renk maddelerini taşıyıcı bir unsurdur. Aynı zamanda bira mayasının beslenmesi ve çoğalması için gerekli temel maddelerden biridir.

Tohumda bulunan toplam azotun yaklaşık % 50'sini oluşturan ve 'hordein' olarak adlandırılan protein grubunun polipeptitleri, biranın düşük sıcaklıktaki kararlılığını etkilemektedir (Robinson vd 2001). Hordein şurada çözülmüş halde iken, koşulların değişmesi sonucu (pH'nın düşmesi, düşük sıcaklık, oksidasyon vb.) çözünürlüğünü kaybederek birada donukluğa veya bulanıklığa sebep olabilmektedir. Depolanma ve taşıma esnasında birada kalıcı bulanıklığın oluşması ise ürünün raf ömrünü azaltan önemli bir kalite problemidir. Asano vd (1982) bulanık biradan izole edilen proteinlerin hordein olduğunu ve bunların farklı moleküler ağırlıktaki polipeptitlerden oluştuğunu tespit etmişlerdir. Kalıcı bulanıklık, yüksek düzeyde prolin içeren hordeinin polifenollerle reaksiyona girmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Hordein ile protoantosiyantinler olarak adlandırılan polifenol grubu, hidrojen bağlarıyla çapraz bağ oluşturarak karmaşık bir yapı meydana getirmekte ve bu karmaşık yapı çökelmeye neden olmaktadır (Bamforth 1999). Bu problemi önlemek için, bira olgunlaştıktan sonra yeterince soğutmanın yapılması veya stabilizasyon aşamasının yani biradan polifenollerin ya da hordeinin uzaklaştırılması gerekmektedir.

Hordein, amino asit içerikleri ve moleküler ağırlıkları temelinde A, B, C, D olarak adlandırılan dört gruba ayrılır. Moleküler ağırlığı; 20 kd'dan küçük olan fraksiyonlar A hordeini, 35-46 kd olan fraksiyonlar B hordeini, 55-72 kd olan fraksiyonlar C hordeini, 100 kd'dan büyük olan fraksiyonlar ise D hordeindir (Vapa ve Radovic 1998).

Hordein grupları farklı düzeylerde sentezlenirler. Hordeinin; % 80-90'ını B grubu, % 10-20'sini C grubu, % 2-4'nü ise A ve D grubu oluşturmaktadır (Shewry 1993).

A grubu hordeinin depo proteinleri olarak ele alınamayacağı, daha çok albumin ve globulin proteinlerine karşılık geldiğine dair çalışmalar da bulunmaktadır (Shewry vd 1978a, Montebault vd 1983).

Hordein grupları yapı ve özellikleri bakımından önemli farklılıklar gösterirler. Shewry (1993)'e göre, B hordeini, proteinin yaklaşık üçte birini veya yarısını kapsayan prolin gibi belirli amino asitlerin tekrarlarından ibaret N-terminal bölgesi ile çok sayıda sistein içeren C-terminal bölgesinden oluşmaktadır. Bu bakımdan B hordein kükürtçe zengin (S-rich) olarak adlandırılır. B hordeini tanede hem monomerik hem de polimerik formda bulunur. Alkol-su karışımında kısmen disülfid bağlarını koparan 2-merkaptöetanol gibi indirgeyici ajanların varlığında ise tamamen çözünür. Bu polipeptit grubu aynı zamanda glutamin bakımından zengin olup, eser miktarda diğer amino asitleri de bulundurulur.

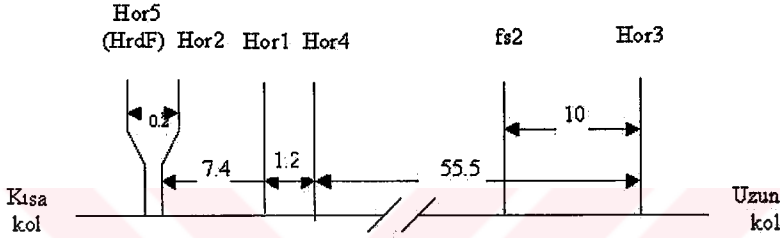
Shewry vd (1993) B hordein bakımından mutant arpalarda, B hordein polipeptitlerindeki amino asit sıralarına karşılık gelen hordein grubunu  $\gamma$ -hordeinleri olarak tanımlamışlardır. Nadir rastlanan bu grup, yapısal özellikleri ve elektroforetik mobiliteyi bakımından B hordeine benzemektedir.

C hordein polipeptitleri yüksek miktarda glutamin, prolin ve fenilalanin, düşük miktarda metiyonin ve lizin içerir. Bu özellikleri nedeniyle besin değeri düşük proteinler olarak değerlendirilirler. Sistein amino asidi içermediklerinden disülfid bağları yapamazlar ve tanede monomerik formda bulunurlar. Dolayısıyla seyreltik alkol çözeltileriyle tamamen çözünürler. C hordeini kükürtçe yetersiz (S-poor) olarak da adlandırılır. C hordeininin % 95'i belirli amino asitlerin tekrarlarından oluşmaktadır (Shewry 1993).

D hordeinin yapısı hakkında bilinenler fazla değildir. Muhtemelen buğdayın yüksek moleküler ağırlıklı (HMW) glutenin alt birimine benzemektedir. Merkezde tekrarlanan bölgeler ile yanlarda kısa tekrarlanmayan bölgeler bulundurulur. Fazla miktarda glisin, prolamin ve glutamin içerir. Yüksek molekül ağırlıklıdır (Shewry 1993).

### 2.2.1. Hordeinin genetiği

Hordein, arpanın beşinci kromozomunda yer alan genler tarafından kodlanmakta ve triploid (3n) endospermdeki gen dozuna uygun kodominant kalıtım göstermektedir. Genlerin beşinci kromozomdaki konumları Şekil 2.1.'de şematik olarak gösterilmiştir (Shewry 1993).



Şekil 2.1. Hordein genlerinin beşinci kromozomdaki konumları (Shewry 1993). Lokuslar arası uzaklık centimorgan biriminden verilmiştir. (*fs2*; kırılğan gövde lokusu)

Şekil 2.1. incelendiğinde C hordeini *Hor1*, B hordeini ise *Hor2* olarak adlandırılan ve beşinci kromozomun kısa kolunda yer alan bağlı lokuslar tarafından kodlanmaktadır. D hordeini ise 5. kromozomun uzun kolunun sentromere yakın bölgesinde bulunan *Hor3* lokusu ile kodlanır.  $\gamma$ -hordein geninin yeri tam olarak tanımlanamamasına rağmen, muhtemelen *Hor2* lokusuna uzakta bulunan *Hor5* (*HrdF*) lokusunda küçük bir gen familyası tarafından kodlanmaktadır. Rus çeşidi Elgina ve Suzinov'dan alınan hatlarda B hordeine benzer polipeptitleri sentezleyen ve *Hor1* lokusu ile sentromer arasında yer alan *Hor4* (*HrdG*) lokusu bulunmaktadır (Shewry 1993).

Shewry vd (1985) ve Bunce vd (1986) yaptıkları sınırlandırılmış parçacık uzunluğu polimorfizimi (RFLP) analizi ile *Hor1* ve *Hor2* lokusunun genotipler arasında oldukça yüksek varyasyon gösteren ve yaklaşık 20-30 kopyaya sahip çok genli lokuslar olduğunu bildirmektedirler.

Shewry vd (1985) 6 arpa çeşidinde, *Hor1* lokusundaki varyasyonu tespit etmek için yaptıkları RFLP analizinde, değişik uzunlukta (2-20 kb) toplam 22 tane DNA parçacığı saptamışlardır. Her çeşitte bu parçacıklardan 6 ila 11 tane bulunduğu, 2.4 kb'lık parçacığın ise tüm çeşitlerde yer aldığı tespit edilmiştir. Diğer DNA parçacıklarının ise bu 2.4 kb'lık parçacığın içinden belirli bir kısmın kaybı veya yeni bir DNA parçacığının buna ilavesi gibi mutasyonlar sonucu ortaya çıkan varyantlar olabileceği, yani 2.4 kb'lık parçacığın diğerlerinin orijini olduğu ifade edilmiştir.

### **2.2.2. Hordeinin elektroforetik analizi ve bunlardan yararlanma yolları**

Protein molekülleri sahip oldukları şekil, büyüklük ve net elektrik yüklerine bağlı olarak, belirli pH derecelerinde, elektrik alanında bir destek ortamı üzerinde hareket ederek, içerdikleri polipeptit ile kontrol edildikleri lokus ve allel sayılarına bağlı olarak bant modelleri oluşturmaktadırlar. Lokus sayısı ve allel sayısı artıkça, elde edilen model daha karmaşık olmaktadır. Hordein asit pH derecelerinde pozitif (+) yüklüdür ve bu nedenle uygun jel ortamında bir elektrik alanının etkisiyle katoda doğru hareket etmektedir. Hordein beşinci kromozomda bulunan bağlı gen gruplarının kontrolünde sentezlendiğinden, jel elektroforezinde çok sayıda bant oluşturmaktadır. Değerlendirme birimi olarak her bir lokus tarafından belirlenen bant blokları ele alınmakta ve muhtelif çeşitlere ait farklı tip bant blokları allel olarak isimlendirilmektedir. Çeşit teşhisinde, bant modellerindeki bantların boyanma yoğunluğu ve nispi elektroforetik mobiliteleri esasına dayanan şematik kataloglar hazırlanmaktadır.

Hordeini analiz etmek için değişik elektroforez yöntemleri geliştirilmiştir. Bu amaçla kullanılan farklı elektroforez yöntemlerinden bir çoğu Cooke (1984) tarafından yayınlanmıştır. İlk elektroforez çalışmasında (Autran ve Scriban 1977), laktat- nişasta jel elektroforezi (SGE) sistemi kullanılmış ancak, denenen hordein özütleme tekniğinin yetersizliğinden dolayı bu analizde istenen başarı sağlanamamıştır (Cooke 1984). Daha sonraları çok sayıda araştırmacı tarafından farklı elektroforez sistemleri kullanılarak arpa çeşitlerinin ayrımı yapılmıştır. Laboratuvarlar arasındaki verilerin karşılaştırılması açısından hordeinin elektroforetik analizinde kullanılacak bir yöntem ve bant terminolojisi standardizasyonunun oluşturulması gerekli görülmüştür. Bu nedenle,

çeşitli araştırmacılar kullandıkları elektroforez yöntemine göre hordein allellerini kataloglamada bir standardizasyon oluşturmuşlardır.

Uluslararası Tohumluk Test Kuruluşu (ISTA) tohumluk testinde hordein elektroforezi için asit pH'da poliakrilamid jel elektroforezi (PAGE) yöntemini standart olarak belirlemiştir (Cooper 1987).

Shewry vd (1978a) İngiltere'de yetiştirilen 29 arpa çeşidinde sodyum dodesil sülfat (SDS)-PAGE ve izoelektrik odaklama (IEF) yöntemini kullanılarak hordein polipeptit kombinasyonunu tespit etmişlerdir. SDS-PAGE ile 11 farklı model belirlenmiştir. IEF ile çeşitler arasında küçük farklılıkların bulunduğu gözlenmiştir. Bu tekniklerle elde edilen hordein bant modelleri, tohum morfolojisi ile birlikte ele alındığında 29 çeşidin tamamının ayrımının mümkün olduğu açıklanmıştır. SDS-PAGE yöntemi ile elde edilen bantların tek bir polipeptitten ibaret olmadığının iki boyutlu (2D) ayırım yönteminde açıkça görüldüğü ifade edilmiştir. Bu nedenle 2D elektroforetik ayırım tekniklerinin benzer çeşitlerin ileri ayrımında kullanılabileceği belirtilmiştir. IEF yönteminde çözünürlüğün daha yüksek olduğu, polipeptitlerin jelde daha geniş bir alana yayıldığı saptanmıştır.

Baxter ve Wainright (1979) 16 çeşitte hordeini asit-PAGE ile analiz etmişler ve yüksek malt kaliteli çeşitlerin elektroforegramlarında hızlı hareket eden B hordein polipeptitlerine ait bantların bulunmadığını bildirmişlerdir. Böylece malt kalitesinin hordeinle ilişkili olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Shewry vd (1980) Batı Avrupa'da yetiştirilen 28 arpa çeşidinde hordeini SDS-PAGE yöntemini kullanarak analiz etmişler ve 8 farklı B, 7 farklı C hordein modeli saptamışlardır. Çeşitler hordein bant modelleri temelinde, her biri 1-6 çeşit içeren 11 gruba ayrılmıştır. Benzer hordein bant modeline sahip bir grup çeşidin malt kalitesinin de benzer olduğu, diğer grupların ise hem iyi hem de kötü malt kaliteli çeşitler içerdikleri saptanmıştır.

Faulks vd (1981) 8 arpa çeşidinde B hordeini, 2D-IEF, SDS-PAGE ve siyanogen bromid polipeptit haritalama tekniklerini kullanarak analiz etmişlerdir. Moleküller ağırlığı 35 kd - 46 kd arasında değişen toplam 47 tane ana polipeptit tanımlanmış ve her bir çeşitte bunlardan 10 ila 16 tanesinin bulunduğu tespit edilmiştir.

Marchylo ve LaBerge (1981) Kanada'da yetiştirilen 2 ve 6 sıralı 62 arpa çeşidi ile ABD'de yetiştirilen 6 adet 6 sıralı arpa çeşidinden elde edilen hordeinin asit pH'da PAGE ile ayırımı yapmışlardır. Her çeşidin elektroforegram formülü belirlenip, kataloglanmıştır. Çeşitlerden 25 tanesinin özgün elektroforegrama sahip olduğu, 43 tanesinin 17 gruba ayrıldığı ve maltlık ile yemlik çeşitlerin elektroforegramlarının birbirinden farklı olduğu bildirilmiştir.

Cooke vd (1983) 15 tane kışlık 53 tane yazlık olmak üzere 68 arpa çeşidinin hordein elektroforegramlarını oluşturmuşlardır. Hordein elektroforegramları 19 gruba ayrılmış, 8 çeşidin 2 farklı, 1 çeşidin ise 3 farklı elektroforetik modellere (biyotip) sahip olduğu tespit edilmiştir.

Montebault vd (1983) Fransa'da yetiştirilen 77 arpa çeşidinde, B ve C hordeinde 13, D hordeinde de 4 farklı elektroforetik model belirlemişlerdir. 22 çeşidin tam olarak ayırımı sağlanmışken, diğer çeşitler 7 gruba ayrılmıştır. Hordein elektroforezi ile birlikte morfolojik yöntemler kullanıldığında çeşitlerin % 45'i, peroksidadın 5 farklı fenotipi ile %64'ü, esterazların 4 farklı fenotipi ile % 78'inin ayırımının mümkün olduğu açıklanmıştır.

Riggs vd (1983) 84 arpa çeşidinin B hordein bant modellerine göre 13 gruba ayrıldığı ve malt kalitesi iyi olan çeşitlerin özgün bant modellerine sahip olmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda, Baxter ve Wainwright (1979)'ın tespit ettiği durumun aksine, hem iyi hem de kötü malt kaliteli çeşitlerin hızlı hareket eden B hordein bantlarının bulunmadığı modellere sahip olduğu görülmüştür. Araştırmacılar bu durumun, malt kalitesinin sadece protein yapısından değil, diğer faktörlerden de etkilenen bir özellik olmasından kaynaklanabileceğini vurgulamışlardır. Malt kalitesi iyi olmayan çeşitlerin endosperm hücre duvarlarında yüksek oranda beta gluklan

ıçerdiğine ve beta glukanan hücrelerde protein ile nişastanın proteolitik ve amilolitik enzimlere maruz kalmasını sınırlayabileceğine, ayrıca bu çeşitlerin enzim aktivitelerinin yetersiz olabileceklerine değinilmiştir.

Shewry vd (1985) 6 arpa çeşidinde, moleküler ağırlığı 55 kd-75 kd arasında değışen 34 hordein polipeptidini haritalamışlar ve her bir çeşitte bunlardan 4 ila 18 tanesinin yer aldığını belirlemişlerdir.

Pomortsev vd (1985) Avrupa, Asya, Afrika ve Amerika'daki 27 ülkeden toplanan 370 kışık ve 249 yazlık arpa çeşidinde 29 tane A hordein (*HrdA* ile kodlanan *HRDA*), 34 tane B hordein (*HrdB* ile kodlanan *HRDB*) ve 4 tane F hordein (*HrdF* ile kodlanan *HRDF*) alleli tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, kışık arpalarda bulunan 29 tane *HrdA* allelinden *HRDA1*, *HRDA2*, *HRDA3* ve *HRDA21*'in ve 34 tane *HrdB* allelinden *HRDB3*, *HRDB5* ve *HRDB6*'nın en sık rastlanan alleller olduğunu saptamışlardır. Küllemeye (*E. graminise*) dayanıklılık genleri olarak bilinen *M1-a* ve *M1-k*'nin, hordein genleri ile bağı bulunması nedeniyle, bu hastalığa dayanıklılık yönünde yapılan ıslah çalışmalarının, hordein lokuslarındaki allellerin rastlanma sıklıklarını etkilemiş olabileceği araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir.

Gebre vd (1986) 40 arpa çeşidini tanımlamak için hordeini PAGE ile analiz etmişlerdir. Her çeşit için elektroforegram formülü, nispi bant mobilitesi kullanılarak hazırlanmıştır. 40 çeşit, 17 farklı elektroforetik gruba ayrılmış, 10 çeşitte özgün modellere rastlanılmıştır. İncelenen çeşitlerin 25 tanesinde tek tohumlar ile paçal tohumların bant modelleri aynı, diğere çeşitlerde ise farklı çıkmıştır. Çeşitler arasında bazı düşük yoğunlukta boyanan bantların varlığı veya yokluğu bakımından küçük farklılıklar gözlenmiştir. Benzer tane morfolojisi gösteren iki maltlık çeşit 'Robust ve Morex' ile iki yemlik çeşit 'Bedfort ve Klondike' in PAGE yöntemi ile ayırımının sağlanması mümkün olmuştur. Tek tohumların bant modelleri, paçal tohumların bant modelleri ile aynı olmuş ancak, tek tohum bantlarının boyanma yoğunlukları daha düşük bulunmuştur. Tek tohumlardaki bantların çözünürlüğünün daha yüksek olduğu ifade edilmiştir.



Nilsen ve Johansen (1986) 59 yazlık, 7 tane kışlık arpa çeşidindeki varyasyonu, 39 izoenzim ve 2 hordein lokusu bakımından incelemiştir. Araştırılan 23 izoenzim lokusunun yalnızca 1 allele, 16 izoenzim lokusunun ise 2 ile 5 allele sahip olduğu tespit edilmiştir. *Hor1* lokusunda 12, *Hor2* lokusunda ise 15 allelin varlığı belirlenmiştir. Çalışılan çeşitler, 16 izoenzim lokusundaki varyasyona göre 63 gruba, 2 hordein lokusundaki varyasyona göre 34 gruba ayrılmıştır. Çeşitlerden 22 tanesi en azından bir lokusta polimorfik bulunmuştur. Hordeinin çok sayıda allel içermesi nedeniyle çeşit tanımlamasında kullanılabilir en etkin sistem olduğu ifade edilmiştir.

Ellegard (1986) 67 yazlık ve 14 kışlık arpa çeşidinde PAGE yöntemini kullanarak hordeinin elektroforetik analizini yapmışlar ve çeşitlerin hordein modellerine göre 39 gruba ayrılabilirliğini göstermişlerdir (Vapa ve Radovic 1998). Aynı anaçların melezlerinden elde edilen çeşitlerin genellikle aynı grupta yer aldığı ve Golf, Lami, Teo ile Triump çeşitlerinin biyotipler içerdikleri tespit edilmiştir.

Marchylo (1987) Kanada'da yetiştirilen 100 arpa çeşidinin elektroforetik analizi sonucunda, SDS gradient PAGE (SDSGPAGE) yönteminin çözünürlüğünün, asidik PAGE yöntemine göre daha üstün olduğunu ancak çeşitlerden bir çoğunun benzer model göstermesinin ve biyotiplere sahip olmasının çeşit tanımlaması açısından probleme yol açtığını açıklamıştır. Çeşitlerde 30 tane B hordein, 36 tane C hordein ve 3 tane D hordein elektroforetik modeli tespit edilmiştir. SDSGPAGE yönteminin çeşitlerin ayrımında kullanılabilirliği vurgulanmıştır.

Johansen ve Shewry (1988) SDS-PAGE yöntemine (Nielsen ve Johansen 1986'nın yöntemi) göre, *Hor1* ve *Hor2* lokuslarındaki allellerin tanımlanması için Danimarka, Riso, Rothamsted ve İngiltere'de ki araştırmacılar tarafından hazırlanmış ortak bir terminolojinin bulunduğu listenin kullanılabilirliğini önermişlerdir. Bu terminolojiye göre alleller ilk bulunduğu çeşit adının ilk iki harfi ile anılmaktadır. Eğer standart çeşidin ilk iki harfi daha önceden bir allel için kullanılmış ise yeni allelde iki harfin yanına başka harfler eklenmektedir.

Pomortsev vd (1988) Rusya’da üç farklı bölgede yetiştirilen ‘Krasnoufimskii’ yazlık arpa çeşidinin *HrdA*, *HrdB*, *HrdD* ve *HrdF* hordein lokuslarındaki alleller bakımından farklılık gösteren 4 hordein biyotipini temsil eden 319 tane hattın, tanedeki protein içeriği, kemotripsin ve tripsin inhibitörü aktivitesi ile *in vitro* protein yıkımı özelliklerini incelemiştir. Sonuçlardan, *HrdA*, *HrdB* ve *HrdF* lokuslarının allelleri ile tanenin protein içeriğinin, *HrdB* ve *HrdF* lokuslarının allelleri ile de hem tripsin inhibitörü hem de *in vitro* protein yıkımı arasında doğrusal bir ilişkinin varlığı saptanmıştır.

Hofstra vd (1989) hordeinin elektroforetik bant modellerinin benzer olduğu çeşitlerde genellikle hordein RFLP modellerinin de benzer olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumda çeşitlerin ayrımı için, hordeinin haricinde gliseraldehit-3-fosfat dehidrojenaz ve  $\alpha$ -amilaz gibi enzimlere özgü proplar ile uygun restriksiyon enzimleri seçilerek yapılacak olan RFLP’ nin daha doğru bir yaklaşım olacağı ifade edilmiştir. Ayrıca RFLP’ nin ileri teknoloji gerektirdiği ve rutin uygulamalar için oldukça pahalı olduğu da belirtilmiştir.

Semibratova (1990) elektroforetik analiz ile elde edilen hordein bantlarının, bazı verim kriterleri ile ilişkisini saptamak üzere çalışmalar yapmıştır. Araştırmacı, hordein bantlarını, Bushuk ve Zilman (1978)’ın kullandığı tanımlama yöntemine göre değerlendirmiştir. Bu sistemde, nispi elektroforetik mobilitesi 0-59 arası omega bölgesi, 74-85 arası beta bölgesi, 85-100 arası alfa bölgesi olarak ele alınmaktadır. Omega bölgesindeki bantlar ile başak uzunluğu ( $r=-0.62$ ), başaktaki tane sayısı ( $r=-0.68$ ), verimli kardeş sayısı ( $r=-0.52$ ) ve bin tane ağırlığı ( $r=-0.72$ ) arasında negatif ilişki; beta bölgesindeki bantlar ile başaktaki tane sayısı ( $r=0.65$ ) arasında pozitif, başak uzunluğu ( $r=-0.45$ ) ve verimli kardeş sayısı ( $r=-0.62$ ) arasında da negatif ilişki; alfa bölgesindeki bantların ise sap uzamasından olgunlaşmaya kadar geçen süre arasında ( $r=0.79$ ) pozitif ilişki olduğu saptanmıştır.

Hossain ve Sparron (1991) iki arpa çeşidinin (Weeah x (Weeah x Galleon Selection)) geri melezlemesinden elde edilen 115 tane dölün *E.graminise*’e olan tepkisini belirlemiş ve *Hor1* ile *Hor2* lokuslarıyla kodlanan hordeinin SDS-PAGE ile analizlerini yapmışlardır. Galleon Selection çeşidi, *E.graminise*’e dayanıklılık geni (*M1-(Ga)*) taşımaktadır. Weeah çeşidi ise *E.graminise*’e karşı hassas olan genotiptir. Döllerde

gözlenen rekombinasyon oranlarından (35,7+4,5 ve 40,9+4,6), *MI-(Ga)* lokusunun *Hor1* ve *Hor2* lokusuna bağlı bulunduğu tespit edilmiştir. Hordein gen lokuslarının beşinci kromozomda *Hor2-Hor1-MI-(Ga)*-sentromer şeklinde sıralandığı belirlenmiştir.

Weiss vd (1991a) Avrupa'da yetiştirilen 55 yazlık ve kışlık arpa çeşidinin ayırımı yapabilmek için hordeini IEF yöntemiyle analiz etmişlerdir. Bu yöntemle 32 farklı model tespit edilmiştir. Böylece 22 çeşidin tam olarak ayırımı mümkün olmuş, diğer çeşitler ise on gruba ayrılmıştır. Her grupta 2 ila 8 çeşit yer almıştır. Gümüş boyama yönteminin kullanıldığı SDS-PAGE yöntemi ile çeşitlerde 21 farklı model saptanmıştır. 20 çeşit özgün model gösterirken diğerleri 9 gruba ayrılmış ve her grupta 2 ila 11 çeşit bulunmuştur. IEF ve SDS-PAGE yöntemlerinin ikisi ile birlikte çeşitlerin tamamının ayırımı mümkün olmamıştır. Çeşitlerin tam olarak ayırımı için, hordeinden başka diğer proteinlerin de kullanımı ile yüksek çözünürlüğe sahip iki boyutlu elektroforetik tekniklerin veya özel boyama işlemlerinin (enzim veya glikoprotein boyama gibi) birlikte kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.

Roininen vd (1992) hordeinin elektroforetik bant modellerine göre 54 arpa çeşidini gruplara ayırmışlardır. Çeşitlerden 8 tanesi özgün bant modeli verirken, diğerleri 2 ila 8 çeşit içeren gruplara ayrılmışlardır. Aynı orijinden gelen çeşitlerin benzer, farklı pedigrilere sahip olanların ise özgün hordein kompozisyonuna sahip olduğu gözlenmiştir. 2 ve 6 sıralı arpa çeşitlerinin hordein bant modellerinin benzer olduğu saptanmıştır.

White ve Cooke (1992) farklı orijinlerden toplanan 353 arpa çeşidinin sınıflandırılmasını yapmak için hordeini PAGE yöntemi ile analiz etmişlerdir. 353 çeşit bant modellerine göre 70 gruba ayrılmıştır. 35 çeşidin farklı biyotiplere sahip olduğu saptanmıştır. Çeşitlerde toplam 30 farklı bant tespit edilmiştir. Farklı çeşitler bu bantların farklı kombinasyonunu içermişlerdir. 14 farklı C hordein bant modeli ve 20 farklı B hordein modeli belirlenmiştir. Modeller hordein lokuslarının allelleri olarak tanımlanmıştır.

He-K vd (1993) Japonya'da yetiştirilen 57 iki sıralı arpa çeşidinde hordeini SDS-PAGE yöntemi ile analiz etmişlerdir. Bu çeşitlerde, B hordeinden B1, B1\*, B2 ve B2\*, C hordeinden C1, C2, C3 şeklinde tanımladıkları allelerin, malt özütü verimi, çözünür azot içeriği, çözünürlülük değeri (Kolbach indeksi) ile  $\alpha$  ve  $\beta$  amilaz enzim aktivitesi (diastatik güç) gibi malt kalite özellikleri ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. B1C3 ve B1\*C3 hordein modeline sahip çeşitlerin yüksek malt kalitesine sahip oldukları belirlenmiştir.

Faccioli vd (1995) morfolojik ve fizyolojik yöntemler ile asit-PAGE, RFLP ve polimeraz zincir tepkimesine (PCR) dayalı yöntemlerin, arpa çeşitlerini tanımlamada etkinliğini araştırmışlardır. En iyi sonuç alınan yöntemin RFLP tekniği olduğunu belirtmişlerdir.

Molnar ve McKay (1994) Kanada'da yetiştirilen pedigrileri benzer 14 arpa çeşidinin hordein lokuslarında önemli derecede RFLP varyasyonu tespit etmişlerdir. Ancak, hordein lokuslarının RFLP ve PAGE yöntemlerinin çeşitleri ayırma gücü bakımından benzer olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle, yüksek maliyetli ve radyoaktivite kullanımı gerektiren RFLP'nin ancak çeşit ayırımının klasik yöntemlerle mümkün olmadığı durumlarda tercih edilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Netsvetaev (1994) 2 arpa çeşidinin (Maja x Viner) melezinden elde edilen 132 tane arpa hattında hordein ile  $\alpha$  ve  $\beta$  amilazların elektroforetik analizlerini yapmışlar ve sekiz tane allel tespit etmişlerdir. Daha sonra bu izoenzimler ile hordeinin allelik formlarının malt kalitesi ve tohum verimi üzerine etkisi araştırılmıştır. *Bmy1Ma*, *Amy1Ma*, *HrdA12*, *HrdB19* şeklinde tanımlanan allellerin malt kalitesi üzerine pozitif etkili olduğu bildirilmiştir.

Peltonen vd (1994) 19 kışlık arpa çeşidinin B, C ve D hordein gruplarındaki bantları SDS-PAGE yöntemine göre tanımlamışlardır. Çeşitlerde D hordein modellerinin benzer olduğu, B hordeinde 7 farklı, C hordeinde ise 5 farklı bant modelinin varlığı ve bunlardan yalnızca B hordein polipeptit kombinasyonlarının malt kalite kriterlerinden diastatik güç ile ilişkisinin bulunduğu saptanmıştır.

Sasek vd (1995) 35 arpa çeşidinden yalnızca 8 tanesinin özgün hordein bant modeline sahip olduğunu, 10 tanesinin bant modellerinin birbirine benzer bulunduğunu, 3 tanesinde ise biyotiplerin var olduğunu açıklamışlardır (Vapa ve Radovic 1998).

Cooke (1995a) 15 ülkeden temin ettikleri 706 arpa çeşidinin hordein kompozisyonunu PAGE yöntemi ile belirlemişlerdir. Tüm çeşitlerde toplam 22 tane C hordein, 26 tane B hordein alleli olduğu, B ve C hordein allelleri temelinde çeşitlerin 105 gruba ayrılabilceği ve 79 çeşidin herbirinde çeşit içinde farklı hordein modellerinin bulunduğu belirtilmiştir. En yaygın allel kombinasyonlarının C2B7 (%12), C11B14 (%10) ve C10B3 (%9) şeklinde tanımlanan alleller olduğu belirlenmiştir. Diğer allel kombinasyonları ise yalnızca tek bir çeşitte görülmüştür. Allel kombinasyonlarının rastlanma sıklığındaki farklılığın, muhtemelen bazı çeşitlerin anaçlarının veya pedigrilerinin ortak olmasından ve külemeye dayamlılık yönünde yapılan seleksiyon çalışmalarından kaynaklanabileceği ifade edilmiştir.

Howard vd (1996) farklı koşullarda (5 azot dozu uygulaması) yetiştirdiği iki maltlık çeşit (Schooner ve Arapiles) ile bir yemlik çeşitte (Galleon), hordein içeriği ile malt kalitesi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yetiştirme koşullarındaki farklılıkların toplam hordein miktarında, malt özüt değerinde ve B, C, D hordein oranlarında varyasyona yol açtığı belirlenmiştir. Hordein gruplarının yüksek miktarda olmasının, malt özüt oranının düşmesine yol açtığı ve bu durumun çeşit genotipine bağlı bir özellik olduğu belirtilmiştir. D hordein oranı, malt özütü ile en yüksek negatif ilişkili bulunmuş ve bu ilişkinin genotiplerden bağımsız olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla, D hordein miktarının, değişen çevre koşullarında ve farklı çeşitlerde malt kalitesini tahmin etmede kullanılabilceği ifade edilmiştir.

Perovic vd (1998) Yugoslavya'nın üç ıslah merkezinden temin edilen 20 yazlık arpa çeşidinin hordein bant modellerini PAGE ile belirlemişlerdir. Bantların sayısı, nispi mobilitesi ve boyanma yoğunluğu temelinde elektroforegramlar hazırlanmıştır. Çeşitlerden 7 tanesinin hordein kompozisyonu bakımından birörnek olmadığı, diğer 13 çeşidin ise 13 farklı gruba ayrıldığı saptanmıştır. Çeşitlerin yoğun boyanan bantlar bakımından benzer görünmelerine rağmen, düşük yoğunlukta boyanan bantların varlığı

veya yokluğu bakımından farklılık göstermeleri temelinde tanımlanabilmesi mümkün olmuştur.

Yamaguchi vd (1998) Japonya'daki maltlık arparının C hordeini ile malt kalitesi arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. 115 arpa çeşidinde, SDS-PAGE yöntemine göre C hordeinde altı farklı model bulunduğu gözlenmiştir. Bu modellerden beş tanesinin (Br, Cl, Ha, Ma, Pr alleleri) daha önceden tanımlanmış alleller olduğu, diğerinin ise yeni saptanmış bir allel (Mi) olduğu bildirilmiştir. 115 çeşidin % 41.7'sinde Pr alleli belirlenmişken, Fukuoka ve Tochhigi' de son zamanlarda ıslah edilen hatlarda Cl alleli yaygın bulunmuştur. Kolbach indeksi, diastatik güç ve toplam skor gibi malt kalite özelliklerinde önemli çeşit farklılıkları gözlenmiştir. Br ve Cl olarak adlandırılan hordein modellerine sahip çeşitlerin yüksek malt kalitesinde oldukları saptanmıştır. Ayrıca Mi ve Cl modeline sahip çeşitlerin melezinden elde edilen F1 döllerinden üretilen 37 tane ikiye katlanmış (doubled) haploid hatta, C hordein modeli ve malt kalitesi arasındaki ilişki incelenmiştir. Cl modelli hatların, Mi genotipli hatlardan daha yüksek diastatik güç değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Sonuçlar doğrultusunda, C hordein modeli temelinde malt kalitesi seleksiyonunun maltlık arpa ıslah programında kullanılabileceğine karar verilmiştir.

Almeida ve Molina (2001) maltlık arpa seleksiyonunda hordein elektroforezinden yararlanma olanağını araştırmak için, farklı malt kalitesine sahip 13 arpa çeşidinin hordein polipeptit modellerini SDS-PAGE yöntemi ile belirlemişlerdir. Hordein bant sayılarına bağlı olarak çeşitlerin ayrımı yapılmış, iyi ve kötü malt kalitesinin, bantların varlığı veya yokluğu ile ilişkili olup olmadığı incelenmiştir. Çeşitlerde 26 farklı hordein bantı bulunmuştur. Çeşitler arasında, yüksek malt kalitesine sahip olanların diğerlerinden ayrımını sağlayan kümeleme analizi yapıldığı zaman, hordein polipeptit modelleri ve malt kalitesi arasında belirgin bir ilişki gözlenmiştir. Her bir hordein bantı ve malt kalitesi arasındaki ilişki Spearman korelasyonu ile incelenmiş ve iki bantın malt kalite değerleriyle negatif ilişkili olduğu belirlenmiştir. Böylece bu bantların varlığının düşük malt kalitesinin bir göstergesi olarak kullanılabileceği kanısına varılmıştır.

Çoklu gen familyaları tarafından kodlanan hordeinin elektroforetik modelleri, gen havuzundaki genetik çeşitliliğin ortaya konulması açısından da önem taşımaktadır.

Pomortsev (2001) Etiyopya'da bulunan 147 arpa çeşidinde, SGE yöntemini kullanarak hordeini kodlayan lokuslardaki polimorfizmi çalışmışlardır. *HrdA* lokusunun 26, *HrdB* lokusunun 36 ve *HrdF* lokusunun da 4 allele sahip olduğu gösterilmiştir. Hordein allellere göre çeşit kataloğu hazırlanmıştır. Allel frekanslarının % 0.17 - 45.72 arasında değiştiği gözlenmiştir. Elektroforetik olarak tespit edilen hordein polimorfizmi, hordein genlerinin kodlayıcı veya kodlama yapmayan bölgelerindeki farklılıklardan ortaya çıkmaktadır. Farklılıklar baz çifti değişimleri, triplet ya da nükleotit bloklarının kayıpları veya ilave edilmeleri yoluyla oluşmaktadır. Mutasyonlar hordein elektroforegramlarında bazı protein bantlarının varlığı/yokluğu şeklinde veya orijinal bloktan mobilite bakımından farklılık gösteren bant serilerinin ortaya çıkması şeklinde de meydana gelebilir. Bir lokustaki alleller tarafından kontrol edilen bant blok serileri 'blok familyaları' olarak adlandırılır. Genlerdeki mutasyonların devamlı olarak birikimi bant bloklarının farklılaşmasına yol açmaktadır. Bir familyanın bloklarından her hangi birisi sonrakiler için başlangıç (köken) olarak iş görür. Bir familyadaki köken oluşturan blok, temsil ettiği familyadaki rastlanma sıklığının en yüksek olmasıyla ayırt edilmektedir.

Pomortsev vd (2001) Rusya'da 1999 yılında 12 farklı bölgede yetiştirilen 101 arpa çeşidinde *HrdA*, *HrdB*, *HrdF* lokuslarındaki allellerin dağılımını araştırmışlardır. İklim faktörlerine (sıcaklık ve yağış) bağlı olarak hordein lokuslarına ait allellerin dağılım şekillerinin ve allellerin rastlanma sıklığının değişebileceği gözlenmiştir.

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (TARM) Biyoteknoloji Laboratuvarında yürütülmüş olan bu çalışmada, Türkiye’de 2002 yılına kadar tescil ettirilmiş olan 32 arpa çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşitler, tescil yılı ve tescil ettirilen kuruluşlarla birlikte Çizelge 3.1.’de verilmiştir. Çeşitlerin tohumlukları, çeşit sahibi kuruluşlar aracılığı ile elit tohumluk üretim kademesinden seçilen başaklardan sağlanmıştır.

Elektroforez yöntemiyle elde edilen hordein bantlarının nispi elektroforetik mobilitelerini hesaplamada standart olarak kullanılan ‘Atem’ arpa çeşidi, National Institute of Agricultural Botany-İngiltere (NIAB)’den temin edilmiş ve tohumluğu çoğaltılmıştır

#### **3.2. Deneme Yerinin Toprak ve İklim Özellikleri**

Arpa çeşitleri, 2000-2001 üretim yılında kışlık olarak TARM’ın Haymana’daki Araştırma Uygulama Çiftliğinde deneme tarlalarına ekilmiştir. Araştırma yerinin rakımı 1132 m olup, 32°39’12” kuzey enlemi ve 39°35’58” doğu boylamı arasında yer almaktadır.

Denemenin yürütüldüğü parselin toprak özelliklerine ait analiz sonuçları Çizelge 3.2.’de verilmiştir. Deneme yerindeki toprak dokusunun (tekstürünün) siltli-tınlı ve hafif alkali karakterde olduğu ve tuzluluk sorununun bulunmadığı görülmektedir. Bununla birlikte deneme topraklarının organik madde bakımından fakir, kireçli ve fosfor bakımından zengin durumdadır.



Çizelge 3.1. Türkiye'deki bazı arpa çeşitlerinin tescil yılı ve çeşit sahibi kurum adları

Sıra no	Çeşit Adı	Tescil Yılı	Çeşit Sahibi Kuruluş
1	Tokak 157/37	01.10.1963	Tarla Bitkileri Merkez Arş. Ens./Ankara
2	Zafer 160	16.05.1964	Tarla Bitkileri Merkez Arş. Ens./Ankara
3	Yeşilköy 387	26.04.1967	Trakya Tarımsal Arş. Ens./Edirne
4	Cumhuriyet 50	22.05.1973	Anadolu Tarımsal Arş. Ens./Eskişehir
5	Yerçil 147	13.05.1976	Anadolu Tarımsal Arş. Ens./Eskişehir
6	Kaya 7794	12.05.1977	Ege Tarımsal Arş. Ens./İzmir
7	Hamidiye 85	25.04.1985	Anadolu Tarımsal Arş. Ens./Eskişehir
8	Ankara 86	30.04.1986	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
9	Obruk 86	30.04.1986	Tarla Bitkileri Merkez Arş. Ens./Ankara
10	Anadolu 86	30.04.1986	Tarla Bitkileri Merkez Arş. Ens./Ankara
11	Bülbül 89	20.04.1989	Tarla Bitkileri Merkez Arş. Ens./Ankara
12	Erginel 90	16.04.1990	Anadolu Tarımsal Arş. Ens./Eskişehir
13	Bilgi 91	26.04.1991	Anadolu Tarımsal Arş. Ens./Eskişehir
14	Şahin 91	26.04.1991	Güncydoğu An. Tar. Ar. Ens./Diyarbakır
15	Tarm 92	12.05.1992	Tarla Bitkileri Merkez Arş. Ens./Ankara
16	Efes 3	12.05.1992	Anadolu Biracılık Malt ve Gıda Sn. A.Ş./Konya
17	Bornova 92	12.05.1992	Ege Tarımsal Arş. Ens./İzmir
18	Yesevi 93	13.05.1993	Tarla Bitkileri Merkez Arş. Ens./Ankara
19	Karatay 94	17.05.1996	B.D.M. Kışlık Hububat Arş. Mrk./Konya
20	Orza 96	16.04.1996	Tarla Bitkileri Merkez Arş. Ens./Ankara
21	Balkan 96	16.04.1996	Trakya Tarımsal Arş. Ens./Edirne
22	Kalaycı 97	06.05.1997	Anadolu Tarımsal Arş. Ens./Eskişehir
23	Kıral 97	06.05.1997	B.D.M. Kışlık Hububat Arş. Mrk./Konya
24	Sladoran	12.05.1998	Trakya Tarımsal Arş. Ens./Edirne
25	Anadolu 98	12.05.1998	Anadolu Biracılık Malt ve Gıda Sn. A.Ş./Konya
26	Efes 98	12.05.1998	Anadolu Biracılık Malt ve Gıda Sn. A.Ş./Konya
27	Şerifehanım 98	12.05.1998	Ege Tarımsal Arş. Ens./İzmir
28	Süleymanbey 98	12.05.1998	Ege Tarımsal Arş. Ens./İzmir
29	Angora	26.04.1999	Anadolu Biracılık Malt ve Gıda Sn. A.Ş./Konya
30	Çetin 2000	18.04.2000	Tarla Bitkileri Merkez Arş. Ens./Ankara
31	Aydanhanım	2002	Tarla Bitkileri Merkez Arş. Ens./Ankara
32	Avcı 2002	2002	Tarla Bitkileri Merkez Arş. Ens./Ankara

### Çizelge 3.2. Deneme parselinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri\*

Derinlik (cm)	pH	CaCO <sub>3</sub> (%)	Toplam Tuz (%)	Alınabilir P (ppm)	Saturasyon %	Organik madde (%)	Doku sınıfı
0-20	7.86	23.2	0.085	8.1	61	1.51	Siltli tınlı

(\*) Ankara Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Verileri

Denemenin yürütüldüğü 2000-2001 üretim döneminde toplam 200.4 mm yağış olmuştur (Çizelge 3.3.). Bu miktar otuz yıl ortalamasından (349.9 mm) düşüktür. Ekim, Kasım ve Aralık aylarındaki yağış miktarları (sırasıyla 17.1, 15.6, 29.2 mm) uzun yıllar ortalamalarından (24.4, 30.9, 45.6 mm) azdır; Ocak ayında ise deneme yerinde yağış olmamıştır. Sonbahar dönemindeki yağış miktarının yeterli olmaması nedeniyle çıkış erken ilkbahara sarkmıştır. Şubat, Mart ve Nisan aylarında gerçekleşen yağış miktarı da (sırasıyla 18.5, 26.4 ve 21.4 mm) yine uzun yıllar ortalamasının (34.9, 35.6 ve 40.3 mm) çok altında kalmıştır. Mayıs ayı içerisindeki yağış miktarı (59.6 mm) uzun yıllar ortalamasından (51.6 mm) yüksek gerçekleşmiştir. Haziran ayında ise yağış alınmamış, çok kurak bir yıl yaşanmıştır.

### Çizelge 3.3. Deneme yerinin uzun yıllar ve denemenin yürütüldüğü yıllara (2000-2001) ait aylık yağış ve sıcaklık değerleri\*

Aylar	2000-2001		Uzun yıllar ortalaması (30 yıllık)	
	Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)
Ekim	12.2	17.1	12.8	24.4
Kasım	8.7	15.6	7.3	30.9
Aralık	2.2	29.2	2.3	45.6
Ocak	3.0	0.0	-0.1	40.5
Şubat	4.1	18.5	1.3	34.9
Mart	11.5	26.4	5.4	35.6
Nisan	12.6	21.4	11.2	40.3
Mayıs	14.8	59.6	15.9	51.6
Haziran	21.9	0.0	19.8	32.6
Temmuz	26.3	12.6	23.1	13.5
Toplam		200.4		349.9
Ortalama	11.73		9.9	

\* Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

Aylık ortalama sıcaklık (11.73 °C) 2000-2001 yılında denemenin yürütüldüğü aylarda uzun yıllar ortalamasının (9.9 °C) üzerinde olmuştur.

### 3.3. Yöntem

#### 3.3.1. Örneklerin ekim ve bakımı

Her çeşitten 10 g tohum 2 tekerrürlü olarak 3 m<sup>2</sup>'lik parsellere ekilmiştir. Ekimle birlikte 3.5 kg/da saf azot ve 7 kg/da saf fosfor; ilkbaharda da üst gübre olarak 4 kg/da saf azot verilerek gübreleme yapılmıştır.

Elektroforetik analizler için, çeşitlerin 2 tekerrüründen 10 tek başak olmak üzere her bir çeşit için toplam 20 tek başak rasgele toplanmış ve her başak kılçık kırma işleminden sonra ayrı kese kağıtlarına konulmuştur. Tek başakların alınmasından sonra her tekerrür ayrı ayrı elle hasat ve paçal edilip kılçık kırma işleminden geçirilip tartılmıştır. Elde edilen tohumlar, mikromalt kalite analizleri yapılmak üzere Anadolu Biracılık Malt ve Gıda A.Ş. (Çumra/Konya) laboratuvarına gönderilmiştir.

#### 3.3.2. Malt analizi

Herhangi bir çeşidin maltlık arpa olarak değerlendirilmesi için elde edilecek malta bulunması gereken belirli kalite kriterleri vardır. Avrupa Biracılar Komisyonu'na (EBC) (Anonymous 1987) göre Anadolu Biracılık Malt ve Gıda A. Ş. tarafından yapılan malt analizlerinde ele alınan malt kalite kriterleri aşağıda kısaca tanımlanmıştır.

**Protein (% km):** Protein oranı arpa çeşitlerinin bira yapımına elverişliliğinin belirlenmesi bakımından bir ölçü olarak ele alınır. Maltlık arpada kuru maddede protein oranı en fazla % 12 olmalıdır.

**Rutubet (%):** Malta rutubet en çok % 5 olmalıdır.

**Malt özütü (%):** Özüt, değişik enzimlerin etkisiyle belirli koşullar altında çözünebilir hale gelen maddelerin toplamıdır. Diğer bir ifadeyle özüt, 100 g ince öğütülmüş maltın çözünen miktarıdır. Özüt miktarı, maltın bira verimini gösterir ve yüksek olması istenir. Normal biralık malta bu oran % 75-83 arasında olmalıdır.

**Çözünür azot (mg/100g):** Malta çözünebilir tüm azotlu maddeleri içermektedir. Pilsen tipi maltharda normal değer 680-800 mg N/100 g dır.

**Kolbach indeksi (%):** Malta bulunan toplam azot içindeki çözünebilir azotun yüzde olarak ifadesidir. Diğer bir ifadeyle proteinin çözünme derecesidir. Malt kalitesi iyi olan arpalarda bu değer yüksek olması istenir. Pilsen tipi maltharda ideal değer % 38-45 arasındadır.

**Viskozite (mPas/8.6):** Malt çözünürlüğü hakkında bilgi verir. Ayrıca malt  $\beta$ -glukanaz enzim aktivitesinin de bir göstergesidir. İyi bir malt düşük viskozite değerine sahiptir. Pilsen tipi maltharda 1.630' dan az olması istenir.

**Friabilimetre (%):** Malta kırılabilirliğin ifadesidir. Kırılabilirlik değeri iyi maltharda yüksektir. Friabilimetre değeri genelde un, camısı ve yarı camısı değerlerle birlikte incelenir ve % 70'ten yüksek olması istenir.

### **3.3.3. Hordeinin elektroforetik analizi**

Hordeinin elektroforetik analizlerinde, Uluslararası Tohumluk Test Kuruluşunun (ISTA) tohumluk testinde standart referans yöntem olarak belirlediği ve aynı zamanda Avrupa Biracılar Komisyonunun da onayladığı Cooper (1987)'in asit-PAGE yöntemi çeşitli değişiklikler yapılarak kullanılmıştır.

#### **3.3.3.1. Çözeltiler**

Bu çalışmada kullanılan özütleme, elektrot ve jel tampon, stok boya, boya ve ayrıştırıcı çözeltilerinin bileşenleri ve hazırlanışı aşağıda sırasıyla açıklanmıştır. Bütün çözeltilerde distile su kullanılmıştır.

#### **3.3.3.1.1. Özütleme çözeltisi**

10 mL'lik özütleme çözeltisi hazırlamak için, 2 mL 2-kloroetanol ve 8 mL su karıştırılır. 1.8 mg üre, 100 µL 2-merkaptoetanol ve 0.005 g metil yeşili ilave edilerek iyice çözündürülür.

#### **3.3.3.1.2. Elektrot tampon çözeltisi**

0.4 g glisin ve 4 mL glisial asetik asit, 900 mL suda çözündürülerek 1 N NaOH ile pH'sı 3.2' ye ayarlanır ve son hacim 1 litreye tamamlanır. En fazla iki kez kullanılabilen elektrot tampon çözeltisi kullanılıncaya kadar +4 °C' da muhafaza edilebilir.

#### **3.3.3.1.3. Jel tampon çözeltisi**

1 g glisin ve 20 mL glisial asetik asit 900 mL suda çözündürülerek 1 N NaOH ile pH'sı 2.9'a ayarlanır ve son hacim 1 litreye tamamlanır. Bu tampon çözelti kullanılıncaya kadar +4°C' da muhafaza edilebilir.

#### **3.3.3.1.4. Stok boya çözeltisi**

1 g coomassie brilliant blue R 250, 100 mL % 95'lik etanolde en az üç saat karıştırılarak çözündürülür. Çözme işlemi yapıldıktan sonra çözelti 3M Whatman filtre kağıdı kullanılarak süzülür.

#### **3.3.3.1.5. Boya çözeltisi**

100 g trikloro asetik asit (TCA) 100 mL suda çözündürülür. İki adet jeli boyamak için, hazırlanan bu TCA çözeltisinden 48 mL ve stok boya çözeltisinden 20 mL alınıp son hacim 400 mL' ye su ile tamamlanır.

### 3.3.3.1.6. Ayrıştırıcı çözelti

Jelin yapışmasını önlemek için, camlar jel döktülmeden önce alkolle iyice temizlendikten sonra ayrıştırıcı çözelti veya sigmacote (SL-2) ile silinir. Ayrıştırıcı çözelti, 200 µL dimetilklorasilin ve 9800 µL (1,1,1) trikloroetan karıştırılarak elde edilir.

### 3.3.3.2. Elektroforez işleminde kullanılacak hordein örneklerinin hazırlanması

Tohumlar kavuzları soyulup, tartıldıktan sonra, dövülerek un haline getirilir. Elde edilen un 1.5 mL lik eppendorf tüplere konulur. Sonra tüplere tohum ağırlığının yaklaşık beş katı kadar özütleme çözeltisi (3.3.3.1.1.) ilave edilir. Tüpler, bir saat boyunca her on dakikada bir tüp çalkalayıcısı ile yaklaşık 30 saniye karıştırılır ve bir gece oda sıcaklığında bekletilir. Ertesi sabah tüplere 15 dakika 11000 rpm'de santrifüj işlemi uygulanır. Üstte toplanan hordein özütü temiz bir tüpe aktarılır, hemen kullanılmıyacaksa 0°C'da iki gün muhafaza edilebilir.

### 3.3.3.3. Jelin hazırlanışı

100 mL'lik jel hazırlamak için; 10 g akrilamid, 0.4 g bisakrilamid, 6 g üre, 0.1 g askorbik asit ve 0.005 g demir sülfat tartılır ve 100 mL'lik erlene alınır ve üzerine yaklaşık 85 mL jel tampon çözeltisi (3.3.3.1.3) ilave edilerek çözününceye kadar iyice karıştırılır. Son hacim jel tampon çözeltisi (3.3.3.1.3.) ile 100 mL'ye tamamlanır. Bu jel çözeltisi buzdolabında 15-20 dakika bekletilir. Soğutulan jel çözeltisine polimerleşmeyi sağlamak için, yeni hazırlanmış % 0.6'lık hidrojen peroksitten 385 µL ilave edilir ve iyice karıştırıldıktan sonra çözelti iki jel kalıbına boşaltılır. Polimerleşme oda sıcaklığında 15-20 dakikada tamamlanır. Taraklar çıkarıldıktan sonra gözeler 3-5 defa elektrot tampon çözeltisi (3.3.3.1.2.) ile iyice yıkanarak aynı tampon çözeltisi ile doldurulur.

### **3.3.3.4. Örneklerin jele yerleştirilmesi**

Analizlerde, bir çeşitten rasgele alınan 20 farklı başağın her birinden birer tane olmak üzere 20 tek tohum (single seed) ve o çeşidin tohumluğundan rastgele alınan 20 tohumun dövülüp unlarının karıştırılmasıyla elde edilen paçaldan (bulk) hazırlanan hordein özütlüleri kullanılmıştır. Her bir jele bantların değerlendirilmesinde standart olarak kullanılan Atem çeşidinin hordein özütü konulmuştur.

### **3.3.3.5. Elektroforez işlemi**

Elektroforetik analizler, 200 x 200 x 1,5 mm boyutlarında çift jel kasetli, BioRad (PROTEAN II xiCell) marka dikey jel elektroforez sistemiyle yapılmıştır. Elektroforez tankı sirkülatörlü soğutuculu su banyosuna bağlanarak sıcaklığın sabit kalması sağlanmıştır. Sigma (PS 4010-2) marka güç kaynağı kullanılmıştır.

Elektroforez işlemine başlamadan önce elektroforez tankı elektrot tampon çözeltisi (3.3.3.1.2) ile doldurularak soğutucu sistem çalıştırılmış ve böylece elektrot tampon çözeltisi sıcaklığının 12 -15 °C' da kalması sağlanmıştır.

Anot jelin başlangıç noktasında bulunmalıdır. Elektroforez işleminde sabit 500 V uygulanmıştır. Metil yeşili boyalı örneklerin (3.3.3.2.) jelin sonuna ulaşmaya kadar geçen zamanın iki katı kadar bir ek süre sonra elektroforez işlemine son verilmiştir. Bu süre yaklaşık 4-4.25 saat olmaktadır.

### **3.3.3.6. Jellerin boyanması ve yıkanması**

Elektroforez işlemi tamamlandıktan sonra jeller boya çözeltisinde (3.3.3.1.5) bir gece oda sıcaklığında bekletilmiştir. Ertesi gün, jeller su ile iyice yıkandıktan sonra bir iki gün suda bırakılmıştır. Eğer jelin zemini koyu boyalı kalmışsa, % 10'luk TCA çözeltisi içerisinde boya açılana kadar saklanmıştır.

### 3.3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

#### 3.3.4.1. Elektroforegramların değerlendirilmesi

Protein bantlarının değerlendirilmesi jel fotoğrafları üzerinden yapılmıştır. Her bant için nispi elektroforetik mobilite (Rem) değeri hesaplanmıştır. Bu çalışmada kullanılan asit-PAGE yöntemine göre, hordeinin farklı elektroforetik mobilitelere sahip iki ana grubu tespit edilmektedir. Bu gruplar *Hor2* lokusunca kodlanan B ile *Hor1* lokusunca kodlanan C hordeinidir. Nispi elektroforetik mobilitesi 20 ila 55 arasında olan bantlar C hordeini, 60 ila 105 arasında olan bantlar ise B hordeini olarak belirlenmiştir. Belirli bir bantın nispi elektroforetik mobilitesi (Rem); üzerinde durulan bantın orijinden uzaklığının, Atem çeşidinin standart bantlarının orijinden uzaklığına oranlanmasıyla elde edilen nispi bir ölçüdür. Orijinle bant merkezi arasındaki mesafe cetvel kullanılarak ölçülmüş ve herhangi bir bant için Rem değeri aşağıdaki formüller kullanılarak iki aşamada hesaplanmıştır (White ve Cooke 1992).

1) Öncelikle herhangi bir bantın (x) ham Rem değeri ( $HREM_x$ ) aşağıdaki ifade yardımıyla hesaplanır:

$$HREM_x = \frac{100 x M_x}{P_x}$$

$M_x$  : herhangi bir x bantının orijinden uzaklığı (mm),

$P_x$  : birinci referans bantın (100) (Şekil.3.2.) orijinden uzaklığı (mm).

2) a- Bir C-hordein bantının Rem değeri,

$$REM_x = \frac{HREM_x x (100 - 32)}{(100 - HREM_{32})} - \frac{(100 - 32) x 100}{(100 - HREM_{32})} + 100$$

$HREM_{32}$  : Bant 32'nin (Şekil 3.2.) ham Rem değeri

2) b- Bir B-hordein bantının Rem değeri,



2) b- Bir B-hordein bantının REM değeri,

$$REM_x = \frac{HREM_x \times (100 - 71)}{(100 - HREM_{71})} - \frac{(100 - 71) \times 100}{(100 - HREM_{71})} + 100$$

HREM<sub>71</sub>: Bant 71'in (Şekil 3.2.) ham REM değeri

Hordein bantlarının nispi boyanma yoğunluklarının (Ri) belirlenmesi ise gözle yapılmış ve en açık boyanmanın 1; en koyu boyanmanın ise 5 ile değerlendirildiği 1-5 skalası kullanılmıştır. Daha sonra her çeşitte saptanan bantların Rem ve Ri değerleri kullanılarak çeşitlere özgün bant modelleri şematik (Şekil 4.4) olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Atem çeşidine ait hordein elektroforegramı

### 3.3.4.2. Çeşitler arası genetik yakınlığın tahmini

Ele alınan *i.* ve *j.* çeşitler arasındaki genetik yakınlık (proximity) değeri aşağıda verilen Dice (1945)'in formülü kullanılarak tahmin edilmiştir.

$$GY_{(i,j)} = \frac{2a}{2a + b + c}$$

$GY_{(i,j)}$  : *i.* ve *j.* çeşitler arasındaki genetik yakınlık,

*a* : *i.* ve *j.* çeşitlerdeki ortak bant sayısı,

*b* : *i.* çeşitteki toplam bant sayısı,

*c* : *j.* çeşitteki toplam bant sayısı.

Genetik yakınlıkların belirlenmesinde SPSS (sürüm 12) istatistik paket programından yararlanılmıştır. Genetik yakınlık değerleri kullanılarak dendrogram çiziminde ortalama fark yöntemi (UPGMA) (Nei 1987) kullanılmıştır.

### 3.3.4.3. Malt kalite kriterlerine ait verilerin değerlendirilmesi

Malt kalite kriterlerine ait veriler bakımından farklı çeşit gruplarının belirlenmesinde Karesel Euclide Uzaklık (Squared Euclidean Distance) değerleri kullanılarak elde edilen matristen yararlanılmış ve İç-içe Kümeleme (Hierarchical cluster) yöntemi kullanılmıştır.

Her bir karakter bakımından çeşit ortalamaları arasındaki farkların önemli olup olmadığını belirlemek amacıyla Tek Yönlü Varyans Analizi tekniği uygulanmış, farklı çeşitleri belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır.

Bir bandın varlığı/yokluğunun malt kalite kriterleri üzerine etkisini belirlemek için Tek Yönlü Varyans Analizi Tekniğinden yararlanılmıştır.

Hesaplamalarda SPSS (sürüm 12) istatistik paket programı kullanılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1. Elektroforetik Analiz Sonuçları

Bu araştırmada, Türkiye’de tescilli 32 arpa çeşidini tanımlayabilmek için bu çeşitlerden özlümlenen hordeinin elektroforetik analizi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan arpa çeşitlerine ait pedigri, başak sıra sayısı ve kullanım alanlarıyla ilgili bilgiler Çizelge 4.1.’de verilmiştir. Elektroforetik analizler sonucunda tüm çeşitlerde Rem değeri 23 ila 105 arasında değişen toplam 63 tane hordein bandı tespit edilmiştir. Çeşitler B ve C hordein lokuslarında (*Hor1* ve *Hor2*) tespit edilen toplam 63 bandın kombinasyonlarından oluşan model veya modeller göstermişlerdir.

Tüm çeşitlerde *Hor1* lokusunda Rem değeri 23-51 arasında bulunan 21 bant ve bu bantların değişik kombinasyonlarından oluşan 20 farklı C hordein modeli (*Hor1* lokusunun alleli) tespit edilmiştir. *Hor1* lokusundaki allelleri temsil eden modeller A’dan U’ya kadar harflerle sembolize edilmiştir. Şekil 4.1.’de C hordein modellerinin elektroforegramları verilmiştir.

*Hor2* lokusunda ise Rem değeri 61-105 arasında bulunan 42 bandın farklı kombinasyonlarından ibaret 30 tane B hordein modeli (alleli) tespit edilmiştir (şekil 4.2. a-b). Bu modeller 1’den 30’a kadar rakamlarla sembolize edilmiştir.

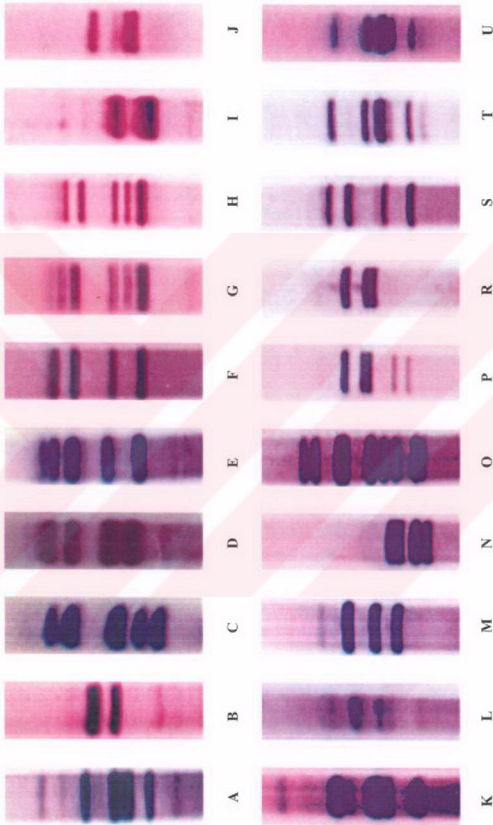
Çalışılan arpa çeşitlerinde, B ve C hordeinin elektroforetik bant modellerinin değişik kombinasyonlarından oluşan toplam 36 farklı model tespit edilmiştir (şekil.4.3. a-c). İncelenen 32 arpa çeşidinde tespit edilen modeller çizelge 4.2.’de verilmiştir.

Çeşitlere ait elektroforegramlardaki bantların boyanma yoğunlukları çıplak gözle nispi olarak tespit edilerek bant modelleri şematik gösterilmiştir (şekil 4.4.). Modellerin şematik gösteriminde bantlara ait Rem değerleri sağ ve sol sütunda verilmiştir. Ancak bazı durumlarda jeller arasında bantların boyanma yoğunluklarının değişim gösterebileceği ve çıplak gözle nispi boyanma yoğunluklarının belirlenmesinde görsel yanılgılardan kaynaklanacak farklılıklar nedeniyle çeşit tanımlamasında esas olarak bantların sayısı ve Rem değerleri dikkate alınmıştır

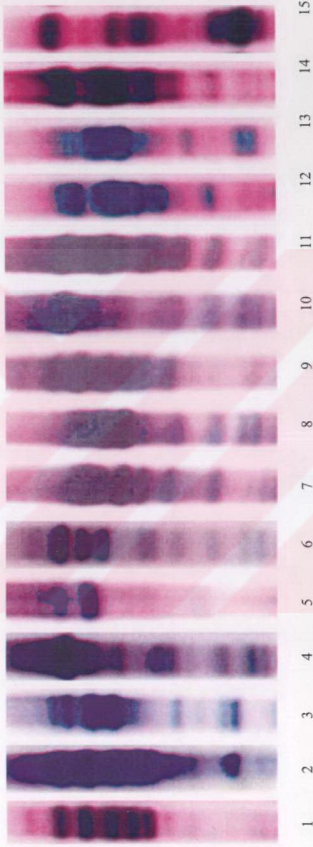
Çizelge 4.1. Çalışmada kullanılan 32 arpa çeşidinin pedigrileri, başak sıra sayıları ve kullanım alanları (Tohumluk Tescil Sertifikasyon Merkezi Arşivi)

Çeşit Adı	Pedigri	Başak sıra sayısı	Kullanım Alanı
Tokak 157/37	-	2	Yemlik
Zafer 160	-	6	Yemlik
Yeşilköy 387	Zafer160 X Kırklareli Menşeyli 3351 nolu hat	6	Yemlik
Cumhuriyet 50	Kayseri menşeyli 28,nolu hat X Hollanda menşeyli Maulsholt's 2-Rijje	2	Yemlik
Yerçil 147	Almanya'dan Strengs Frankengerste	2	Yemlik
Kaya 7794	-	2	Maltlık
Hamidiye 85	Tokak mutanı 173 TH X Tokak	2	Yemlik
Ankara 86	-	2	Yemlik
Obruk 86	-	2	Yemlik
Anadolu 86	Luther X BK 259-149/3 gln-82	2	Yemlik
Bülbül 89	13GTH X 657 nolu yerli hat	2	Yemlik
Erginel 90	Escourgeon X Hop2171 (France)	6	Yemlik
Bilgi 91	Meksika orijinli	2	Yemlik
Şahin 91	-	2	Yemlik
Tarm 92	Tokak X 4875 nolu yerli hat	2	Maltlık / Yemlik
Efes 3	-	2	Maltlık
Bornova 92	-	2	Yemlik
Yesevi 93	Tokak X 4857 nolu yerli hat	2	Yemlik
Karatay 94	3896/I-3/Toplani/3/Rekal/1128/90 Manhaists	2	Maltlık / Yemlik
Orza 96	Tokak X 4857 nolu yerli hat	2	Yemlik
Balkan 96	-	2	Maltlık
Kalaycı 97	Erginel 9 X Tokak	2	Yemlik
Kıral 97	-	6	Yemlik
Sladoran	Yugoslavya introduksiyon	2	Maltlık
Anadolu 98	Susuz seleksiyon X Berac (Türkiye-Hollanda)	2	Maltlık
Efes 98	Tercan seleksiyon X Tipper (Türkiye-İngiltere)	2	Maltlık
Şerifehanım 98	-	2	Yemlik
Süleymanbey 98	-	2	Yemlik
Angora	(Triax X 818 nolu hat) X( Malta X Ungar) X (818 nolu hat X Sultan)	2	Maltlık
Çetin 2000	Star(Iran) X 4875 nolu hat (yerli)	6	Yemlik
Aydanhanım	GK Omega X Tarm	2	Maltlık
Avcı 2002	Sci/3/Gi-72AB58,F1//WA1245141	6	Yemlik

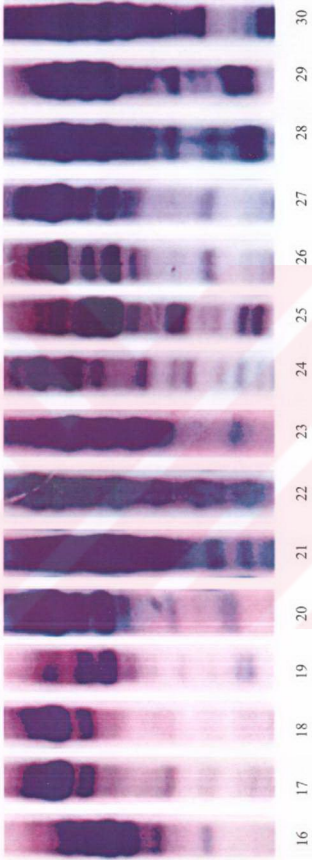
Not: (-) işareti, Tohumluk Tescil Sertifikasyon Merkezi Arşivi'nde pedigri kayıtlarının bulunmadığını göstermektedir.



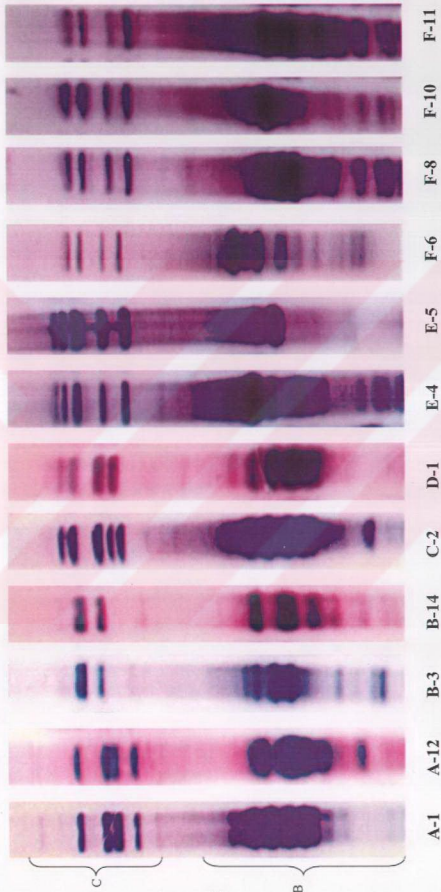
Şekil 4.1. Arpa çeşitlerinde tespit edilen C hordein elektroforegramları



Şekil 4.2. Arpa çeşitlerinde tespit edilen B hordein elektroforegramları



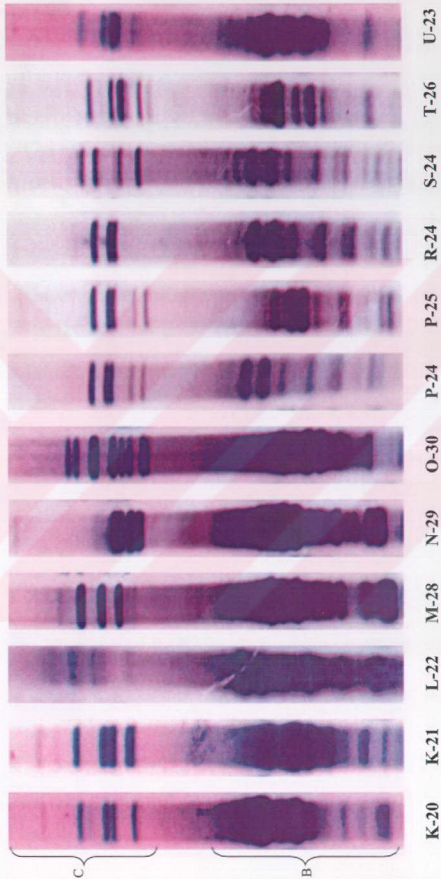
Şekil 4.2.'nin devamı



Şekil 4.3. Arpa çeşitlerinde tespit edilen hordenin elektroforegramları







Şekil 4.3.'ün devamı

Çizelge 4.2. Türkiye’deki bazı arpa çeşitlerinde belirlenen hordeinin elektroforetik bant modelleri

Sıra no	Çeşit Adı	C Hordein Modelleri	B Hordein Modelleri	B ve C Hordein Modelleri
1	Tokak 157/37	A	1	A-1
2	Zafer 160	F, H, I	7, 8, 9, 10, 11	F-8, F-10, F-11, H-7, H-9, I-10
3	Yeşilköy 387	F, H, I, J	16, 17, 18, 19	F-18, H-16, I-17, J-19
4	Cumhuriyet 50	A, D	1	A-1, D-1
5	Yerçil 147	G	15	G-15
6	Kaya 7794	G	15	G-15
7	Hamidiye 85	D	1	D-1
8	Ankara-86	E	4, 5	E-4, E-5
9	Obruk 86	A, B	1, 3	A-1, B-3
10	Anadolu 86	A	1	A-1
11	Bülbül 89	A	1	A-1
12	Erginel 90	E	4	E-4
13	Bilgi 91	A, H, L	1, 15, 22	A-1, H-15, L-22
14	Şahin 91	A	1	A-1
15	Tarm 92	A	1	A-1
16	Efes 3	A	1	A-1
17	Bornova 92	G	15	G-15
18	Yesevi 93	A, B	1, 3	A-1, B-3
19	Karatay 94	A	1	A-1
20	Orza 96	A	1	A-1
21	Balkan 96	A, F	12, 13	A-12, F-13
22	Kalaycı 97	B	14	B-14
23	Kırıl 97	H, U	23	H-23, U-23
24	Sladoran	K	20, 21	K-20, K-21
25	Anadolu 98	A, C	1, 2	A-1, C-2
26	Efes 98	A, B	1, 3	A-1, B-3
27	Şerifehanım 98	P, R, S, T	24, 25, 26	P-24, P-25, R-24, S-24, T-26
28	Süleymanbey 98	H, M, N, O	15, 27, 28, 29, 30	H-15, H-27, M-28, N-29, O-30
29	Angora	A	1	A-1
30	Çetin 2000	E	4	E-4
31	Aydanhanım	A	1	A-1
32	Avcı 2002	F	6	F-6



Şekil 4.4. Arpa çeşitlerinde tespit edilen hordein elektroforegramların şematik gösterimi

Tokak 157/37, Anadolu 86, Bülbül 89, ahin 91, Tarm 92, Efes 3, Karatay 94, Orza 96, Angora ve Aydanhanım eitlerinin, tek tohumlarında ve paçal tohumlarında A-1 modeli gözlenmiştir. A-1 modeline örnek olarak Tokak 157/37 çeşidine ait bir hordein elektroforegramı Şekil 4.5.'de verilmiştir.

Obruk 86, Yesevi 93 ve Efes 98 eitlerinde, on dokuz tek tohumda ve paçal tohumlarda A-1 modeli belirlenmiken,  eitte de yalnızca tek bir tohumda B-3 modeli saptanmıştır. Şekil 4.6.'da A-1 ve B-3 modelini gösteren Obruk 86 çeşidine ait bir hordein elektroforegramı görülmektedir.

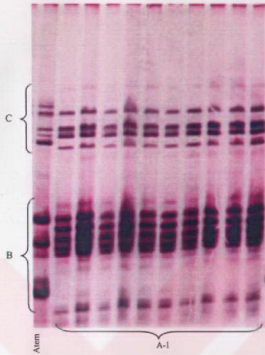
Anadolu 98 eidinde, on dokuz tek tohumda ve paçal tohumlarda A-1 modeli, tek bir tohumda ise C-2 modeli gözlenmiştir (Şekil 4.7.).

Yeşilköy 387 eidinde, tek tohumlarda dört farklı model saptanmıştır. Bunlar F-18, H-16, I-17, J-19 modelleridir. Yirmi tek tohumun iki tanesi F-18, on dört tanesi H-16, üç tanesi I-17 ve bir tanesi J-19 modeli göstermiştir. Paçal tohumlarda bu modeller birlikte yer almıştır (Şekil 4.8.).

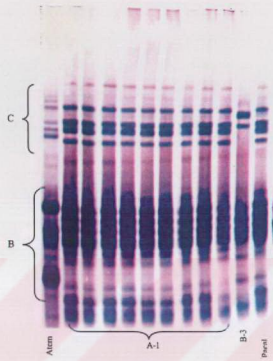
Zafer 160 eidinde, tek tohumlarda altı farklı model tespit edilmiştir (Şekil 4.9.). Bu modeller F-8, F-10, F-11, H-7, H-9 ve I-10 d ur. Yirmi tek tohumun dokuzunda F-8, dördünde F-10, dördünde H-7 ve diğer tek tohumlarda ise H-9, F-11 ve I-10 modelleri belirlenmiştir. Paçal tohumlarda ise I-10 modeli hariç diğer modeller birlikte yer almıştır.

Cumhuriyet 50 eidinde, on iki tek tohum ve paçal tohumlarda A-1 modeli, yedi tek tohumda ise D-1 modeli belirlenmiştir (Şekil 4.10.).

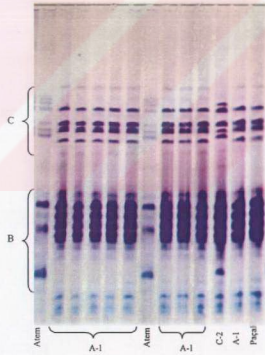
Yerçil 147, Kaya 7794 ve Bornova 92 eitlerinde, tek tohumlarda ve paçal tohumlarda G-15 modeli belirlenmiştir. Ancak, Yerçil 147 çeşidine ait paçal tohumlarda, tek tohumlardan farklı olarak C hordein bölgesinde fazladan bir bant daha bulunduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.11.'de G-15 modelini gösteren Yerçil 147 çeşidine ait bir hordein elektroforegramı verilmiştir.



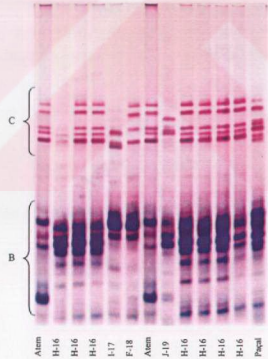
Şekil 4.5. Tokak 157/37 çeşidine ait hordein elektroforegramı



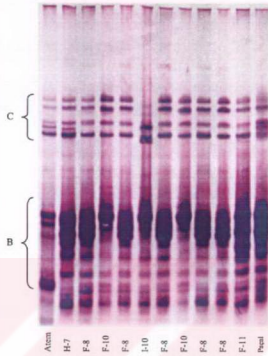
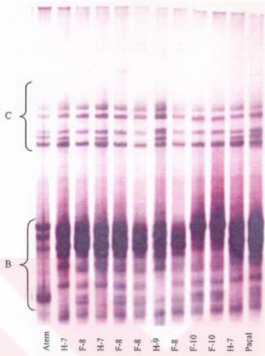
Şekil 4.6. Obruk 86 çeşidine ait hordein elektroforegramı



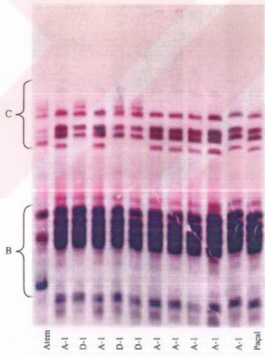
Şekil 4.7. Anadolu 98 çeşidine ait hordein elektroforegramı



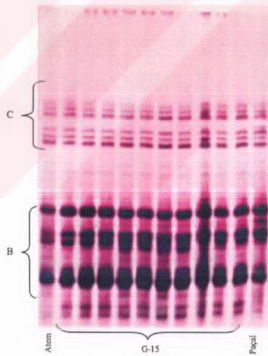
Şekil 4.8. Yeşilköy 387 çeşidine ait hordein elektroforegramı



Şekil 4.9. Zafer 160 çeşidine ait hordein elektroforegramları



Şekil 4.10. Cumhuriyet 50 çeşidine ait hordein elektroforegramı



Şekil 4.11. Yerçil 147 çeşidine ait hordein elektroforegramı



Hamidiye 85 çeşidinde, tek tohumlar ve paçal tohumlarda D-1 modeli tespit edilmiştir (şekil 4.12.).

Ankara 86, Erginel 90 ve Çetin 2000 çeşitlerinde, tek tohumlarında ve paçal tohumlarda E-4 modeli belirlenmiştir. Bununla birlikte, yalnızca Ankara 86 çeşidinde tek bir tohumda farklı bir model (E-5) belirlenmiştir. E-5 modeli paçal tohumlarda ortaya çıkmamıştır. Şekil 4.13.'de E-4 ve E-5 modellerini gösteren Ankara 86 çeşidine ait bir hordein elektroforegramı gösterilmiştir.

Bilgi 91 çeşidinde 18 tek tohum analiz edilebilmiş ve üç farklı model belirlenmiştir (şekil 4.14.). Bunlar A-1, H-15, L-22 ve modelleridir. Tohumların on altısında H-15, bir tanesinde L-22, bir tanesinde ise A-1 modeli belirlenmiştir. Paçal tohumlarda H-15 modeli gözlenmiştir.

Balkan 96 çeşidinde, on sekiz tek tohumda A-12, iki tek tohumda F-13 modeli ve paçal tohumlarda ise bu iki modelin birlikte yer aldığı belirlenmiştir (şekil 4.15.).

Kalaycı 97 çeşidinde, tek tohumlarda ve paçal tohumlarda B-14 modeli saptanmıştır (şekil 4.16.).

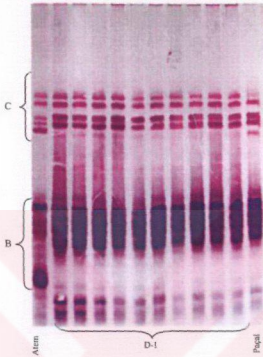
Kıral 97 çeşidinde, sekiz tek tohumda H-23 modeli, on iki tek tohumda ise U-23 modeli saptanmıştır. Paçal tohumlarda ise yalnızca U-23 modeli belirlenmiştir (şekil 4.17.).

Sladoran çeşidinde, on dokuz tek tohumda ve paçal tohumlarda K-20, yalnızca tek bir tohumda da K-21 modeli belirlenmiştir (şekil 4.18.).

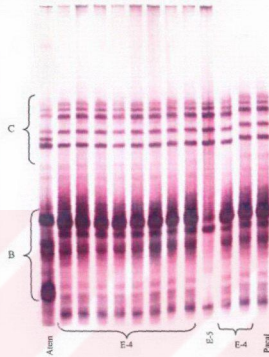
Avcı 2002 çeşidinde, tek tohumların ve paçal tohumların F-6 modeline sahip olduğu tespit edilmiştir (şekil 4.19.).

Şerifehanım 98 çeşidinde, tek tohumlarda beş farklı model tespit edilmiştir (şekil 4.20.). Bu modeller P-24, P-25, R-24, S-24 ve T-26'dır. Tek tohumların bir tanesinde P-24, on dördünde P-25, iki tanesinde R-24, birer tanesinde ise S-24 ve T-26 modeli bulunmaktadır. Paçal tohumlarda ise R-24, P-25 ve P-24 modelleri birlikte yer almıştır.

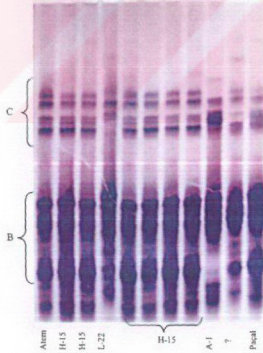




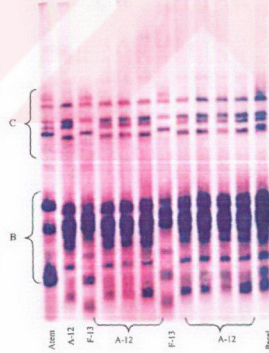
Şekil 4.12. Hamidiye 85 çeşidine ait hordein elektroforegramı



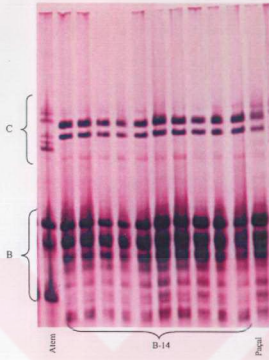
Şekil 4.13. Ankara 86 çeşidine ait hordein elektroforegramı



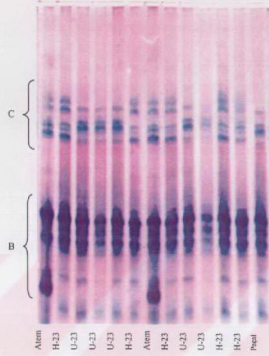
Şekil 4.14. Bilgi 91 çeşidine ait hordein elektroforegramı



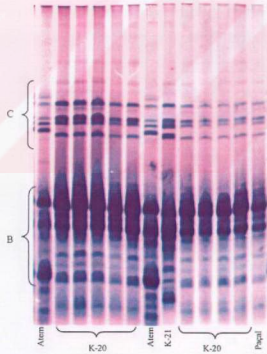
Şekil 4.15. Balkan 96 çeşidine ait hordein elektroforegramı



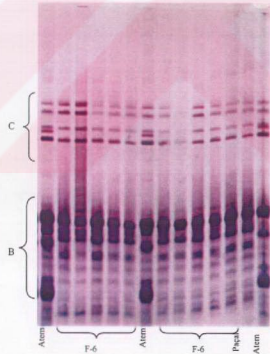
Şekil 4.16. Kalaycı 97 çeşidine ait hordein elektroforegramı



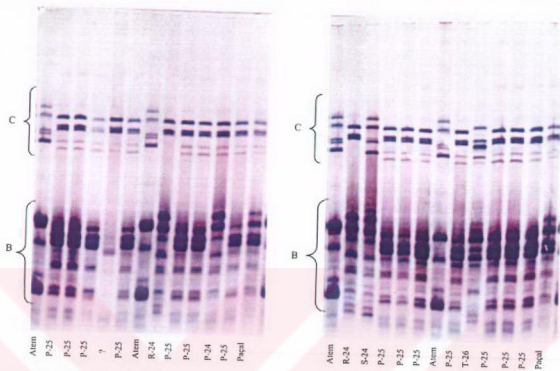
Şekil 4.17. Kırıl 97 çeşidine ait hordein elektroforegramı



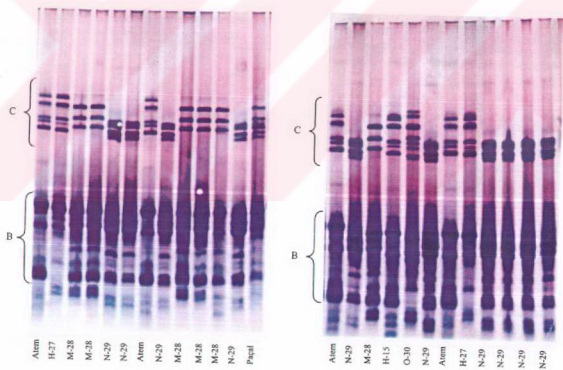
Şekil 4.18. Sladoran çeşidine ait hordein elektroforegramı



Şekil 4.19. Avcı 2002 çeşidine ait hordein elektroforegramı



Şekil 4.20. Şerifehanım 98 çeşidine ait hordein elektroforegramları



Şekil 4.21. Süleymanbey 98 çeşidine ait hordein elektroforegramları

Süleymanbey 98 çeşidinde, tek tohumlarda beş farklı model belirlenmiştir. Bu modeller, H-15, H-27, M-28, N-29 ve O-30'dir (şekil 4.21.). Yirmi tek tohumun iki tanesinde H-27, on tanesinde N-29, altı tanesinde M-28, birer tanesinde ise H-15 ve O-30 modeli gözlenmiştir. Paçal tohumların analizi, bu çeşide ait tohum sayısının az olması nedeniyle yapılamamıştır.

Çizelge 4.2.'de görülebileceği gibi tüm çeşitlerde ortaya çıkan sonuçların genel bir değerlendirilmesi yapıldığında, 32 çeşitten 17 tanesinde (Tokak 157/37, Anadolu 86, Bülbül 89, Şahin 91, Tarm 92, Efes 3, Karatay 94, Orza 96, Kalaycı 97, Angora, Aydanhanım Kaya 7794, Bornova 92, Hamidiye 85, Erginel 90, Çetin 2000 ve Avcı 2002) hem tek tohumlarda hem de paçal tohumlarda tek tip hordein bant modeli gözlenmiştir.

Hamidiye 85, Balkan 96, Kalaycı 97, Kırıl 97, Sladoran, Avcı 2001 olmak üzere 6 çeşidin diğer çeşitlerden farklı özgün hordein bant modellerine sahip olduğu belirlenmiştir (çizelge 4.2.).

Çeşitlerden Yerçil 147'de paçal tohumların bant modelinin tek tohumların modelinden farklı olduğu saptanmıştır. Bu fark C hordeinde yalnızca fazladan bir bantın bulunmasıdır (şekil 4.11.). Tek tohumlarda benzer hordein bant modelleri gösteren çeşitlerin hordein kompozisyonu bakımından tam olarak bir örnek olduğundan emin olmak için paçal tohumların tek tohumlarla benzer model göstermesi gerekmektedir. Paçal tohumların hordein bant modeli, çeşitteki tüm genotiplerin birlikte yer aldığı modelleri temsil ettiğinden, çeşit karışımlarını tespit etmek için çok sayıda tek tohum veya paçal tohumların tekrarlanan analizleri kullanılmaktadır.

Tek tohumların elektroforetik analizleri sonucunda çalışılan 32 çeşitten 14 tanesinde 2-6 arasında değişen farklı elektroforetik modeller belirlenmiştir. Bu çeşitlerden dokuz tanesinde (Cumhuriyet 50, Ankara 86, Obruk 86, Yesevi 93, Balkan 96, Kırıl 97, Sladoran, Anadolu 98 ve Efes 98) iki, bir tanesinde (Bilgi 91) üç, bir tanesinde (Yeşilköy 387) dört, iki tanesinde (Şerifehanım 98 ve Süleymanbey 98) beş, bir tanesinde de (Zafer 160) altı farklı elektroforetik model saptanmıştır (çizelge 4.2.).

Bir çeşide ait tek tohumların hordein bant modellerindeki varyasyonlar, o çeşitte mevcut farklı genotiplerden kaynaklanabilir. Arpa kendine döllenmiş bir bitki olmasına rağmen, biyotip olarak adlandırılan birden fazla elektroforetik hatlara sahip olabilir. Biyotipler elektroforezin çeşit tanımlamasında kullanılmasına engel değildirler. Ancak tanımlanıp kataloglanması gerekmektedir. Bu çalışmadaki elektroforetik analizler çeşidi tescil ettiren kuruluşlardan temin edilen elit tohumlar kullanılarak yapıldığından, farklı elektroforetik modeller o çeşide ait biyotipler olarak ele alınabilir. Bir çeşit içinde gözlenen farklı elektroforetik modellerin birbirlerine benzerlik göstermesi, bunların o çeşide ait biyotipler olduğu kanısını da güçlendirmektedir. Özellikle Zafer 160, Ankara 86, Kırıl 97, Sladoran, Anadolu 98 ve Şerifehanım 98 çeşitlerinde belirlenen farklı elektroforetik modellerin her bir çeşit içinde birbirlerine olan benzerliği dikkat çekicidir. Cumhuriyet 50 çeşidinde tohumların % 63'ünde A-1, % 37'sinde ise D-1 modeli belirlenmiştir. D-1 modeli aynı zamanda Hamidiye 85 çeşidine özgü bir modeldir (çizelge 4.2.). Bir çeşide ait tohumların diğer çeşitlere ait tohumlarla karışmış olması, bant modellerindeki varyasyonun esas sebebi olarak gösterilemez. Ancak bu durumun gerçekleşme ihtimali de göz ardı edilmemelidir.

Avrupa'daki arpa çeşitlerinin tek tohumlarına ait hordeinin elektroforetik analiz sonuçları, çeşitlerin bazılarında biyotiplerin bulunduğunu göstermiştir (Shewry vd 1978a, Kapala 1981, Curtis ve Chadwic 1983, Smith ve Payne 1984). Perovic vd (1998) Yugoslavya'nın üç ıslah merkezinden temin ettikleri 20 yazlık arpa çeşidinden 7 tanesinin hordein kompozisyonu bakımından bir örnek olmadığını belirlemişlerdir. Cooke vd (1995b) 706 çeşitten 79 tanesinin bir örnek olmadığını, bunlardan 70 tanesinin 2, 7 tanesinin 3, 1 tanesinin 4 ve 1 tanesinin de 5 biyotip içerdiğini tespit etmişlerdir. Amerika'da yetiştirilen 55 arpa çeşidinden Larker, Stepteo ve Hector'da 2, Klagesde ise 3 tane biyotip bulunduğu belirlenmiştir (Heisel vd 1986). Larker ve Stepteo çeşitlerindeki biyotiplerin herbiri incelenen tohumlardan % 50'sinde, Hector çeşidindeki biyotiplerden biri % 80'inde, diğeri ise % 20'sinde, Klages çeşidindeki biyotipler ise tohumların % 75'i, % 16'sı ve % 9'unda ortaya çıkmıştır. Buradaki yüzdeler nispeten küçük örnek genişliğine (26 tohum) bağlı olmakla birlikte örneklerdeki varyasyonu göstermesi açısından önemli bulunmuştur. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada, çok sayıda biyotip tespit edilen çeşitler için, farklı kaynaktan temin edilen tohumlar kullanılarak yapılan ikinci bir analiz ile sonuçların doğruluğunun test edilmesinin gerektiğini açıklamışlardır.

Marchylo (1987) bir çeşitteki çok sayıda protein bant modelinin nedenini, biyotiplerin varlığına veya tohum karışıklığına bağlı faktörler olarak açıklamıştır. Tespit edilen polimorfik protein modellerinin, biyotipleri temsil ettiğinden ve tohum karışımı olmadığından emin olmak için çeşitlere ait saf tohumluğun (elit) kullanılması gerektiği vurgulanmıştır. Çalışmada ıslahçılardan temin edilen elit tohumlar kullanıldığından, polimorfik protein modelleri biyotipler olarak ele alınmıştır. Ayrıca az sayıda tohum (25 tane) kullanılmasının, istatistiksel olarak tüm biyotiplerin varlığını açıklayamayacağı ve biyotip kompozisyonunun kesin bir nispi oranını yapabilmek için ideal olanın her çeşitten en az 100 tek tohumun analiz edilmesinin gerekli olduğu vurgulanmıştır.

Bu çalışmada her çeşide ait 20 tek tohum kullanılmıştır. Bu sayı herbir çeşit içindeki olası varyasyonun tespit edilmesi açısından yeterli bulunmuştur. Ancak çeşit tescili aşamasında, çeşitlerin tam olarak tanımlanması ve olası biyotiplerin belirlenme ihtimalinin yükseltilmesi için tohum sayısının mümkün olduğunca artırılması gerekli görülmektedir.

Çeşit tanımlamasına yönelik olarak yapılan hordeinin elektroforetik analizlerinde çeşitli araştırmacılar tarafından farklı sayıda, örneğin; 5 (Weiss vd 1991b), 6 (Gebre vd 1986, Smith ve Payne 1984), 10 (Shewry vd 1978b, Cooke 1995a), 11 (Marchylo ve LaBerge 1981), 20 (Nielsen ve Johansen 1986), 25 (Marchylo 1987), 26 (Heisel vd 1986) tek tohum kullanılmıştır. Araştırmacılar, herhangi bir çeşidin PAGE yöntemiyle elde edilen hordein bant modelleri bakımından tamamen birörnek olduğunu belirlemek için kullandıkları tohum sayısının yeterli olmadığını belirtmişlerdir. Cooke (1995b) 706 arpa çeşidini sınıflandırmak amacıyla yaptığı çalışmada her çeşitten 10 tek tohum kullanmıştır. Ancak araştırmacı, bu sayının çeşit tanımlamasında yetersiz olduğunu ve tescil çalışmalarında uygulanan 'Farklılık, Birörneklik (Yeknesaklık) ve Durulmuşluk' (FYD) testi için 100 tane tek tohumun analiz edilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

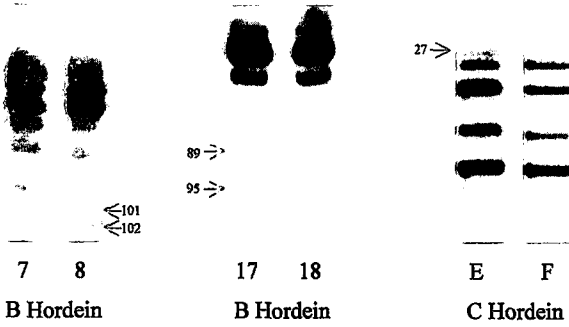
Araştırmada materyal olarak kullanılan 32 arpa çeşidinde C hordeinde 20, B hordeinde ise 30 farklı bant modeli belirlenmiştir. Farklı elektroforetik teknikler kullanılarak yapılan çeşitli çalışmalarda, çeşitlerde tespit edilen C hordein model sayıları 28 çeşitte 7 (Shewry vd 1980), 88 ve 69 çeşitte 8 (Shewry vd 1978a, Smith vd 1986), 59 çeşitte 12 (Nielsen ve Johansen 1986), 77 çeşitte 13 (Montebault vd 1983, Gebre vd 1986), 25 çeşitte 17 (Johansen ve Shewry 1988), 706 çeşitte 22 (Cooke 1995b), 55 çeşitte 25

(Heisel vd 1986); B hordein model sayıları ise 28 çeşitte 8 (Shewry vd 1980), 77 çeşitte 13 (Montembault vd 1983), 59 çeşitte 15 (Nielsen ve Johansen 1986), 88 ve 25 çeşitte 20 (Shewry vd 1978a, Johansen ve Shewry 1988), 55 çeşitte 24 (Heisel vd 1986), 706 çeşitte 26 (Cooke 1995b) olarak açıklanmıştır. Bildirilen hordein model sayılarındaki değişkenlik, incelenen çeşit sayısıyla birlikte, kullanılan yöntemlerdeki farklılıktan ve incelenen genotiplerdeki polimorfizmden de kaynaklanabilmektedir.

Bu çalışmada jellerde Rem değeri 105'ten daha büyük olan bantların da bulunduğu belirlenmiştir. Düşük molekül ağırlıklı polipeptitlere ait bu bantların tüm çeşitlerde sadece iki tane olması ve çeşitler arasında varyasyon göstermemesi nedeniyle, bu bant grubu çeşit tanımlaması amacıyla kullanılmamıştır. Jellerde tespit edilen düşük moleküler ağırlıklı polipeptitlerin çeşitler arasında kalitatif olarak değişkenlik göstermediği ve bunların B-C grubu hordeinin çözünürlüğünü artırmak için uygulanan elektroforez süresinde genellikle jellerden çıkıp gidebildiklerine dair benzer durumlar farklı araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (Shewry 1978b, Montembault vd 1983). Montembault vd (1983) yaptıkları fizikokimyasal çalışmalara göre, A hordeinin aslında globulinler ve albuminler fraksiyonuna karşılık geldiğini, depo proteinleri olarak ele alınamayacağını belirtmiş ve hordein jellerinde bu grup bantları değerlendirmeye almamıştır.

Çeşitlerde belirlenen hordein bant modelleri arasında bantların değişik boyanma yoğunluklarından kaynaklanan bazı farklılıklar görülebilmektedir. B hordein modellerinden bazılarında sadece belirli bantların boyanma yoğunluklarından kaynaklanan farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin, B hordeinde; 7 ve 8 nolu modeller arasındaki fark, 101 ve 102 rem değerli bantların 7 nolu modelde düşük, 8 nolu modelde ise yüksek boyanma yoğunluğunda bulunması (şekil 4.22.); 17 ve 18 nolu modeller arasındaki fark ise 89 ve 95 rem değerli bantların 17 nolu modelde daha yüksek boyanma yoğunluğunda ortaya çıkmış olmasıdır (şekil 4.22.). C hordein modellerinden, E ve F modelleri arasında rem değeri 27 olan düşük boyanma yoğunluğundaki bantın varlığı ve yokluğu bakımından fark bulunmaktadır. Bu bant, E modelinde bulunurken F modelinde yoktur (şekil 4.22.). Düşük boyanma yoğunluğundaki bantların her zaman jellerde ortaya çıkmama durumu dikkate alındığında bu modeller arasında fark bulunmamaktadır.





Şekil 4.22. Bazı B ve C hordein modellerindeki belirli bantların boyanma yoğunluklarındaki farklılıklar

Uygulanan değişik boyama yöntemlerine göre, benzer bant modellerindeki bantların boyanma yoğunluklarının değişkenlik gösterebileceği ve bu nedenle bant boyanma netliklerinin kantitatif yoğunluk değerlerinin çeşit tanımlamasında kullanılmasının güvenilir olmayacağı çeşitli araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (Marchylo ve Laberge 1981, Marchylo 1987). Gebre vd (1986) elektroforetik analizler sonucunda aynı bant modeline sahip çeşitler arasında özellikle 36-42 Rem değeri arasındaki bantlarda, az boyanan bantların varlığı veya yokluğu bakımından bazı farklılıklar belirlenmiştir. Araştırmacılar bantların boyanma yoğunluklarında gösterdikleri değişimin; özütlenen protein miktarının az olmasından, özütleme tekniğinden veya jeli boyamadan sonra yapılan yıkama işleminden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Bu nedenle, zayıf boyanan bantların çeşit tanımlamasında kullanılmasının güvenilir olmayacağı vurgulanmıştır. Değişen protein bant yoğunluklarından kaynaklanan çeşitler arasındaki kantitatif farklılıklar not edilmiş ancak sınıflandırma amacıyla kullanılmamıştır.

Çalışılan çeşitlerde *Hor1* ve *Hor2* hordein lokusları tarafından belirlenen bant modellerine rastlanma sıklıklarının oldukça farklılık gösterdiği saptanmıştır (çizelge 4.3.). C hordeinde %48.19 oranında A modeli, B hordeinde % 49.61 oranında 1 nolu model en yaygın bulunan modellerdir. Yine çeşitlerde saptanan B ve C hordein model kombinasyonlarından en yaygın bulunana % 45.37 oranında A-1 modelidir. C, J, L, O, S, ve U ile sembolize edilen C hordein modelleri; 2, 5, 9, 11, 19, 21, 22, 26 ve 30 ile sembolize edilen B hordein modelleri ve C-2, E-5, F-11, H-9, I-10, J-19, K-21, L-22, O-30, S-24, T-26 ve U-23 ile sembolize edilen B-C hordein model kombinasyonlarının her biri ise yalnızca birer tohumda saptanmış ve en düşük oranda (% 0.16) bulunan modellerdir.



Çizelge 4.3. Hordein lokuslarında tespit edilen modellerin rastlanma sıklıkları

C hordein modelleri		Rastlanma sıklıkları (%)	B hordein modelleri		Rastlanma sıklıkları (%)	BC hordein modelleri		Rastlanma sıklıkları (%)
A	48,19		1	49,61	A-1	45,37		
B	3,61		2	0,16	A-12	2,83		
C	0,16		3	0,47	B-3	0,47		
D	4,24		4	9,26	B-14	3,14		
E	9,42		5	0,16	C-2	0,16		
F	5,96		6	3,14	D-1	4,24		
G	9,42		7	0,63	E-4	9,23		
H	7,22		8	1,41	E-5	0,16		
I	0,63		9	0,16	F-6	3,14		
J	0,16		10	0,78	F-8	1,41		
K	3,14		11	0,16	F-10	0,63		
L	0,16		12	2,83	F-11	0,16		
M	0,94		13	0,31	F-18	0,31		
N	1,57		14	3,14	F-13	0,31		
O	0,16		15	12,09	G-15	9,41		
P	2,51		16	2,20	H-7	0,63		
R	0,31		17	0,47	H-9	0,16		
S	0,16		18	0,31	H-16	2,20		
T	0,16		19	0,16	H-15	2,67		
U	1,88		20	2,98	H-23	1,26		
			21	0,16	H-27	0,31		
			22	0,16	I-10	0,16		
			23	3,14	I-17	0,47		
			24	0,63	J-19	0,16		
			25	2,35	K-20	2,98		
			26	0,16	K-21	0,16		
			27	0,31	L-22	0,16		
			28	0,94	M-28	0,94		
			29	1,57	N-29	1,57		
			30	0,16	O-30	0,16		
					P-24	0,31		
					P-25	2,20		
					R-24	0,31		
					S-24	0,16		
					T-26	0,16		
					U-23	1,88		

A-1 modelinin en yüksek nispi frekansa sahip olmasının nedeni, kısmen bu modele sahip bazı çeşitlerin pedigrilerinin ortak olmasından kaynaklanıyor olabilir. Tarm 92, Yesevi 93, Orza 96, Aydan hanım çeşitlerinin pedigrilerinde Tokak 157/37 çeşidi yer almaktadır (çizelge 4.1.). Özellikle Tarm 92, Yesevi 93, Orza 96 çeşitleri, Tokak 157/37 x 4857 nolu hattın melezeninden elde edilen çeşitlerdir (çizelge 4.1.). A-1 modelinden sonra % 9.41 ile G-15, % 9.23 ile E-4 modelinin rastlanma sıklıkları yüksek bulunmuştur. G-15 modeline Yerçil 147, Kaya 7794, Bornova 92 çeşitlerinde, E-4 modeline ise Ankara 86, Çetin 2000 ve Erginel 90 çeşitlerinde rastlanılmıştır. G-15 modelinin rastlanma sıklığı üzerine Kaya 7794 ve Bornova 92 çeşitlerin pedigrileri hakkında bir bilgi edinilemediğinden çeşitlerin pedigrilerinin ortak olmasının etkisi üzerine bir yorum yapmak mümkün olmamıştır. E-4 modelinin Ankara 86 çeşidinin pedigrisi hakkında bir bilgi edinilememiş, Çetin 2000 ve Erginel 90'ın pedigrilerinin ise birbirinden farklı olduğu görülmüştür (çizelge 4.1.).

Cooke (1995b) 15 farklı ülkeden temin ettikleri 706 arpa çeşidinde 22 tane C hordein ve 26 tane B hordein allelinin tanımlanması üzerine, 572 farklı (C+B) hordein kompozisyonunun bulunması gerekirken 105 tane bulunduğunu belirlemişlerdir. Farklı ülkelerdeki çeşitlerde hordein allellerinin dağılımında farklılıklar tespit edilmiştir. Araştırmacı, allellerin rastlanma sıklıklarındaki farklılığın nedenini, külemeye dayanıklılık genlerinin *Hor1* ve *Hor2* lokusları arasında yer alması ve bu lokusların sıkı bağlantılı bulunmasına bağlamışlardır. Dolayısıyla ıslah çalışmalarında hastalığa dayanıklılık yönünde yapılan seleksiyon, aynı zamanda dolaylı olarak belirli hordein tipleri için de gerçekleşmiştir. Bu durum, belirli hordein tiplerinin rastlanma sıklığını da artırmıştır.

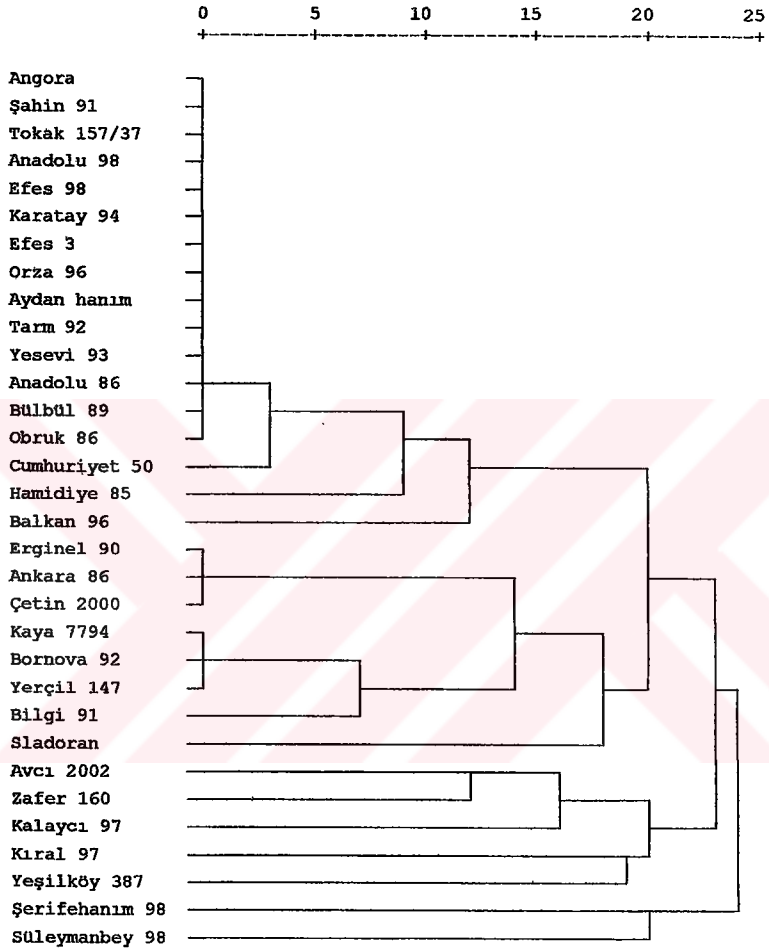
Bu çalışmada en yaygın bulunan A-1 modelinin tespit edildiği çeşitler Türkiye'nin çok fazla yağış almayan ve külemenin ciddi bir problem olmadığı özellikle kışlık ekimlerin yapıldığı bölgeler için ıslah edilmiştir. Bu nedenle A-1 hordein modelinin frekansının yüksek oranda tespit edilmesi üzerine külemenin herhangi bir seleksiyon etkisinin bulunmadığı ifade edilebilir.

Çalışılan arpa çeşitleri arasındaki benzerlik yada yakınlıkları tahmin etmek amacıyla, *Hor1* ve *Hor2* lokuslarında tespit edilen bantlar dikkate alınarak Dice (1945)'ye göre hesaplanan yakınlık (proximity) değerleri çizelge 4.4.'de verilmiştir. Beklenildiği üzere benzer modellere sahip çeşitler arasında genetik yakınlık değeri 1.00 bulunmuştur. En düşük genetik yakınlık değeri (0.06) ise Kıral 97 çeşidi ile Angora, Şahin 91, Tokak 157/37, Anadolu 98, Efes 98, Karatay 94, Efes 3, Orza 96, Aydanhanım, Tarm 92, Yesevi 93, Anadolu 86, Bülbül 89 ve Orza 86 çeşitleri arasında saptanmıştır.

Dice (1945)'ın genetik yakınlık değerlerine ilişkin matrizen (çizelge 4.4.) yararlanılarak çizilen ortalama yakınlık dendogramı şekil 4.23.'de gösterilmiştir. Dendogram incelendiğinde 32 arpa çeşidinin 4 ana grup oluşturduğu görülmektedir (şekil 4.23.). İlk ana grup 4 alt gruba ayrılmış olup 17 çeşitten meydana gelmiştir. Birinci ana grubu oluşturan alt gruplardan ilkinde Angora, Şahin 91, Tokak 157/37, Anadolu 98, Efes 98, Karatay 94, Efes 3, Orza 96, Aydan hanım, Tarm 92, Yesevi 93, Anadolu 86, Bülbül 89 ve Obruk 86; ikincisinde Cumhuriyet 50, üçüncüsünde Hamidiye 85 ve dördüncüsünde Balkan 96 çeşidi yer almaktadır. İkinci ana grup kendi içinde 3 alt gruba ayrılmıştır. Birinci alt grupta, Erginel 90, Ankara 86 ve Çetin 2000; ikinci alt grupta Yerçil 147, Kaya 7794, Bornova 92 ve Bilgi 91; üçüncü alt grupta ise Sladoran çeşidi bulunmaktadır. Üçüncü ana grup ise 2 alt gruptan oluşmaktadır. Birinci alt grupta, Avcı 2002, Zafer 160 ve Kalaycı 97; ikinci alt grupta Kıral 97 ve Yeşilköy 387 çeşitleri bulunmaktadır. Dördüncü ana grup ise Şerifehanım 98, Süleymanbey 98 çeşitlerinden meydana gelmiştir.

Şekil 4.23'de verilen dendogramda, incelenen *Hor1* ve *Hor2* lokuslar bakımından farklı genetik yapıya sahip olan çeşitler farklı kümelerde yer almıştır. Arpa çeşitlerini karşılaştırmada, hordeinin elektroforetik analizinden elde edilen bantlar kullanılarak hesaplanan genetik yakınlık değerlerinden yararlanılabileceği ve kümeleme analizi yönteminin çeşitlerin sınıflandırılmasında etkin bir şekilde kullanılabileceği görülmüştür.





Şekil 4.23. Hordein bant modelleri bakımından çeşitlere ait dendrogram

Bu çalışmada kullanılan çeşitlerden sadece 6 tanesinin özgün bant modeline (Hamidiye 85, D-1; Balkan 96, A-12, F-13; Kalaycı 97, B-14; Kırıl 97, H-23, U-23; Sladoran, K-20, K-21; Avcı 2001, F-6) sahip olduğunun belirlenmesi üzerine, bu çeşitlerin net olarak ayrımı mümkün olmuştur. Diğer çeşitler ise modellerdeki benzerliklere göre gruplara ayrılmışlardır. Farklı elektroforetik teknikler kullanılarak yapılan hordeinin analiz sonuçlarından bazıları, çeşitlerin bir kısmının hordeinin PAGE yöntemiyle ayırt edilemeyeceğini göstermiştir. Shewry vd (1978a) SDS-PAGE ile analiz ettikleri 88 arpa çeşidinden bazılarının birbirlerinden ayırt edilememesinin nedenini, SDS-PAGE’de farklı polipeptitlerin birlikte göç etmelerine ve çeşitlerin akraba olmalarına bağlamışlardır. Ancak iki boyutlu kromatografik teknikler kullanıldığında SDS-PAGE ile benzer bant modellerine sahip olan çeşitlerin alt gruplara ayrılabilmesinin mümkün olabileceği belirtilmiştir.

Kanada’da yetiştirilen 62 arpa çeşidinden sadece 25 tanesinin özgün elektroforegrama sahip olduğu ve yakın akraba çeşitlerden bir çoğunun birbirinden ayırt edilemediği belirlenmiştir (Marchylo ve LaBerge 1981). Yakın akraba olan çeşitlerin ayırt edilememesinin nedeni olarak, PAGE yöntemi ile az sayıda hordein bandının çözünürlüğü gösterilmiştir. PAGE yönteminin klasik yöntemlerle ayırt edilmesi mümkün olmayan ya da zor olan çeşitlerin tanımlamasına yardımcı olmak ve çeşit karışımı olan arpa örneklerinin kantitatif analizlerini yapmak için faydalı olabileceği bildirilmiştir.

Weiss vd (1991a) Avrupa’da yetiştirilen 55 yazlık ve kışlık arpa çeşidini tanımlayabilmek için SDS-PAGE ve IEF yöntemlerini kullanmışlardır. IEF yönteminin SDS-PAGE yönteminden daha fazla ayırım gücüne sahip olduğu ancak her iki yöntemle de çeşitlerin tamamının ayrımının mümkün olmadığı belirtilmiştir. Araştırmacılar farklı elektroforetik yöntemlerle tüm çeşitlerin ayırt edilememesinin nedeni olarak, çeşitlerin yakın akraba olmalarını ve B ile C hordeini kodlayan genlerin beşinci kromozomun aynı kolunda sıkı bağlı bulunmaları nedeniyle yeni kombinasyonların ortaya çıkma ihtimalinin düşük olmasını göstermişlerdir.

Çeşitler arasındaki farklılığı ortaya koymak için kullanılan SDS-PAGE ve asit-PAGE yöntemlerinin ayırım dereceleri benzerdir. Yöntem seçimi, bireysel tercihlere ve laboratuvarın donanımına bağlı olarak yapılabilir. D hordeinin ayırımı SDS-PAGE yönteminde mümkün olmaktadır. D hordeinde polimorfizm az olmasına rağmen bazen bu durum yarar sağlayabilir (Cooke 1995b). IEF metodu yüksek derecede protein ayırımı sağlayan bir teknik olmasına rağmen, çeşit tanımlamasında çok yaygın kullanımı yoktur. SGE veya PAGE analizleri ile yeterli polimorfizmin sağlanmadığı durumlarda alternatif olarak kullanılabilir.

Smith ve Payne (1984) bir çeşidin diğerlerinden farklı bir özelliğini saptamaya yönelik yapılan karakterizasyon çalışmalarına, hordein elektroforezinin hızlı bir sınıflandırma yöntemi olarak katkıda bulunabileceğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, proteinlerin elektroforetik analizi ile çeşitlerin karakterizasyonu, tohum testi ve tescil izninde bazı problemlere yol açabileceği de ifade edilmiştir. Bir modelde tek bir bandın varlığı veya yokluğu o çeşide ait farklı bir özellik gibi yorumlanabilir. Bu farklılık çok küçük hatta tek bir amino asidin farklılığı şeklinde de olabilir. Tescil izni, tek bir amino asit değişikliğinin yeni bir çeşidin kabulü için zemin oluşturup oluşturmayacağı ile ilgili problemlerle karşı karşıyadır. Eğer bir çeşidi diğerlerinden ayırt edici özellik, yalnızca tek bir bandın varlığı veya yokluğu şeklinde ortaya çıkmış ise bu durum, çeşit tescilinde tercih edilmemelidir.

Hordeinin sınırlı sayıda lokus tarafından kodlanması ve bu lokusların bir kromozomda kümelenmesi, hordein elektroforezinin saflık testinde kullanılmasını sınırlamaktadır. Hordein bakımından saflık tamamen homozigot genotipin göstergesi olarak yorumlanamamaktadır. Bununla birlikte, iyi kaliteli çeşitlerin tohum ticareti esnasında saflık kontrolünü yapmak için diğer yöntemlerle birlikte elektroforez yönteminin de yararlı olabileceği unutulmamalıdır. Neticede yeni çeşitlerin birörnek bant modeline sahip olması avantajlı bir durum meydana getirmektedir.

Hordein elektroforezi yöntemiyle tanımlanması mümkün olmayan diğer çeşitlerin tam olarak ayırımı sağlayabilmek için de DNA esaslı tekniklerin kullanımı, hordein ve

izoenzimlerin iki boyutlu elektroforetik tekniklerle analiz edilmesi ve morfolojik tanımlamanın tüm bunlarla birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Çok sayıda elektroforetik model bulunduran çeşitlerde biyotip ve tohumlardaki mekanik karışımlarla ilgili varsayımların açıklığa kavuşturulması için bu çeşitlerin çok sayıda örneklenmesi gerekmektedir.

Hordein elektroforezi, klasik yöntemlerle ayırt edilmesi mümkün olmayan ya da zor olan arpa çeşitlerinin tanımlanmasına yardımcı olmak ve çeşit karışımı olan arpa örneklerinin kantitatif analizini yapmak açısından avantajlı bir durum oluşturmaktadır.

#### **4.2. Malt Analizleri**

Hordein bant veya bant modellerinin malt kalitesi ile ilişkisini saptamak için çalışmada kullanılan çeşitler malt kalitesi yönünden test edilmiştir. Çizelge 3.3.'de görüldüğü üzere denemenin yürütüldüğü dönemde (2000-2001 yılları) sıcaklık ve yağış birlikte değerlendirildiğinde, bu üretim dönemi arpa yetiştiriciliği açısından olumsuz bir yıl olarak kabul edilmektedir. Üretim yılının olumsuz etkisini gidermek için tüm çeşitlere aynı oranda sulama yapılmasına rağmen malt analizleri için Zafer 160, Şerifehanım 98, Süleymanbey 98 ve Avcı 2002 çeşitlerinden yeterli miktarda tohum elde edilememiştir. Diğer 28 çeşidin malt analizlerinde yedi ayrı özellik (rutubet, özüt, çözümlü azot, Kolbach indeksi, viskozite, friabilimetre ve protein) ele alınmıştır. Çizelge 4.5.'te çeşitlerin malt kalite değerlerine ait tanıttıcı istatistikler verilmiştir.

Çizelge 3.3.'te verilmiş olan 2000-2001 yılı ve on yıllık ortalama yağış değerlerine bakılacak olursa, iklim şartlarının maltlık arpa yetiştirilmesine pek uygun olmadığı görülmektedir. Bu olumsuz koşullar nedeniyle, çeşitlerin maltlık özellikleri materyal ve yöntem bölümünde (3.3.2.) verilen ortalama değerlerden sapmalar göstermiştir.



### 4.3. Elektroforegramların Malt Kalitesi ile İlişkisi

Çeşitler arasında malt kalite özellikleri bakımından farklılıkların bulunup bulunmadığını belirlemek için üzerinde durulan yedi ayrı kalite kriteri dikkate alınarak varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre üzerinde durulan malt kalite özellikleri bakımından çeşitlerin ortalamaları arasındaki farklar istatistik olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Bu durum, hordein bantları veya bant modelleri ile malt kalite kriterleri arasında herhangi bir ilişkinin bulunup bulunmadığının araştırılması açısından uygun bir durum yaratmıştır. Üzerinde durulan malt kalite kriterlerinin her birine göre farklı olan çeşitleri belirlemek üzere Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne başvurulmuş ve sonuçlar Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Çizelge 4.5.'te görülebileceği gibi, belirli çeşitlerde malt kalite kriterlerinin (özelikle çözünür azot, protein, Kolbach indeksi, friabilimetre, rutubet) ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Çeşitler malt kalite kriterlerinden rutubet oranına göre 3, malt özütü miktarına göre 12, viskoziteye göre 13, Kolbach indeksine göre 17 ve çözünür azot miktarı, friabilimetre ve protein oranına göre ise 16 gruba ayrılmışlardır.

Malt kalite kriterlerinin tamamı bakımından çeşitleri gruplandırmak için kümeleme analizi yapılmıştır. Malt kalite değerlerinin tamamı bakımından çeşitlerin oransal farklılık derecelerini gösteren çizelge 4.6. incelendiğinde, çeşitlerin birbirlerine olan oransal farklılık düzeylerinin değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek oransal farklılık düzeyinin (1.000) Sladoran ile Cumhuriyet 50, en düşük oransal farklılık düzeyinin (0.000) ise Efes 3 ile Çetin 2000 çeşitleri arasında olduğu görülmüştür. Çizelge 4.2. de belirtildiği üzere bu çeşitlerden Sladoran, K-20 ve K-21; Cumhuriyet 50, A-1 ve D-1; Efes 3, A-1 ve Çetin 2000, E-4 hordein bant modeline sahiptir. Dolayısıyla farklı hordein bant modellerine sahip oldukları belirlenmiş çeşitlerin, malt kalite kriterleri bakımından tamamen farklı veya benzer değerler gösterebileceği saptanmıştır.

Malt kalitesi bakımından çeşitler arasındaki oransal farklılığın derecesine göre yapılan iç-içe kümeleme analizinden elde edilen dendogram (şekil 4.24.) incelendiğinde 7 adet ana kümenin oluştuğu gözlenmiştir. Birinci ana kümede Balkan 96 ve Sladoran, ikinci ana kümede Bilgi 91 ve Kırıl 97, üçüncü ana kümede ise Yeşilköy 387 çeşidi

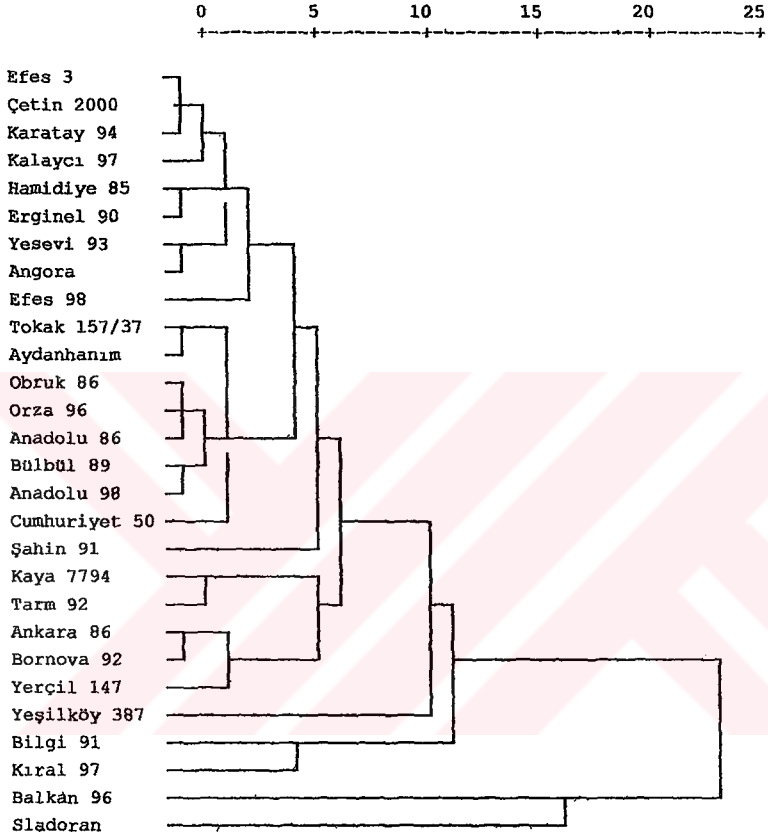
Çizelge 4.5. Çeşitlerin malt kalite özelliklerine ilişkin tıtanıcı istatistikleri (n=2) ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Çeşit. Adı	Rutubet (%)		Özüt (%)		Çözünür azot (mg.100 g Km.Malt)		Kolbach indeksi (%)		Viskozite (m.Pas/8.6)		Friabilimetre (%)		Protein (%)	
	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$
Tobak 15737	3.65 ± 0.05	AB	71.35 ± 0.05	BC	784.5 ± 3.50	BCDEF	29.30 ± 0.20	BCDEF	1.760 ± 0.00	C	48.40 ± 0.20	DEFGHI	16.75 ± 0.05	DEF
Obrok 86	3.60 ± 0.00	AB	71.05 ± 0.05	C	780.5 ± 2.50	BCDE	29.60 ± 0.10	BCDE	1.830 ± 0.00	A	47.50 ± 0.20	I	16.70 ± 0.00	EFG
Anadolun 86	3.45 ± 0.05	AB	70.0 ± 0.00	F	769.5 ± 0.50	BC	29.30 ± 0.10	BCDEF	1.840 ± 0.00	A	22.00 ± 0.20	EFGHI	17.05 ± 0.05	BC
Böhlal 89	3.65 ± 0.00	AB	70.0 ± 0.10	EF	787.5 ± 1.50	BC	28.15 ± 0.16	BCDEF	1.740 ± 0.00	D	48.80 ± 0.00	DEFGHI	17.10 ± 0.10	B
İzmir 92	3.45 ± 0.05	AB	69.60 ± 0.05	G	769.0 ± 4.00	FGHIJ	29.45 ± 0.35	BCDE	1.850 ± 0.01	I	54.50 ± 0.40	BCDEFG	16.10 ± 0.10	I
Yesevi 93	3.40 ± 0.00	B	69.50 ± 0.00	G	766.5 ± 2.15	EFGHJ	28.60 ± 0.70	DEFGH	1.780 ± 0.01	B	42.80 ± 0.20	EFGHI	16.75 ± 0.05	DEF
Orza 96	3.50 ± 0.00	AB	70.45 ± 0.05	D	777.5 ± 10.5	CDEFG	28.20 ± 0.50	BDEF	1.760 ± 0.00	G	44.40 ± 0.40	EFGHI	16.65 ± 0.05	FGH
Çetin 2000	3.95 ± 0.05	B	70.55 ± 0.05	D	745.0 ± 6.00	HJ	27.55 ± 0.05	J	1.760 ± 0.01	C	43.80 ± 0.20	EFGHI	16.90 ± 0.10	BCDEF
Aydınlıhamam	3.55 ± 0.05	AB	71.55 ± 0.05	B	808.0 ± 2.00	B	28.60 ± 0.00	J	1.690 ± 0.01	G	45.00 ± 0.00	EFGHI	17.05 ± 0.05	BC
Cumhuriyet 30	3.45 ± 0.05	AB	70.45 ± 0.15	D	841.0 ± 4.00	A	29.85 ± 0.05	B	1.760 ± 0.00	C	43.40 ± 0.20	EFGHI	17.60 ± 0.10	A
Yerpalı 147	3.55 ± 0.05	AB	67.55 ± 0.05	J	809.0 ± 3.00	B	28.50 ± 0.20	EFGHJ	1.590 ± 0.00	L	64.40 ± 0.40	ABCD	17.75 ± 0.05	A
Hamidiye 85	3.45 ± 0.05	AB	70.70 ± 0.10	D	785.5 ± 11.5	EFGHI	28.25 ± 0.35	FGHIJ	1.720 ± 0.00	E	61.60 ± 0.40	BCDEFGH	16.95 ± 0.05	BCDE
Ergenek 90	3.40 ± 0.10	B	70.70 ± 0.10	D	768.5 ± 1.50	DEFGH	29.35 ± 0.15	FGHIJ	1.710 ± 0.00	E	60.60 ± 0.20	ABCD	16.95 ± 0.05	BCDE
Bilgi 91	3.40 ± 0.10	B	70.50 ± 0.00	D	760.0 ± 3.00	HJ	27.60 ± 0.10	HJ	1.570 ± 0.00	M	68.40 ± 0.40	ABC	16.60 ± 0.10	CDEF
Kalaycı 97	3.40 ± 0.00	B	72.45 ± 0.05	A	751.5 ± 1.50	HJ	27.65 ± 0.05	LJ	1.740 ± 0.00	D	48.20 ± 0.20	CDEFGH	17.00 ± 0.00	BCD
Kıral 94	3.50 ± 0.00	B	70.40 ± 0.20	DE	742.0 ± 2.00	HJ	27.70 ± 0.00	LJ	1.690 ± 0.00	G	40.20 ± 0.20	FGHI	16.75 ± 0.05	DEF
Efece 3	3.95 ± 0.05	AB	68.55 ± 0.05	H	703.0 ± 3.00	L	28.20 ± 0.00	BCDEF	1.610 ± 0.00	JK	67.80 ± 0.20	AB	15.05 ± 0.05	K
Anadolun 98	3.55 ± 0.05	AB	69.35 ± 0.15	G	785.5 ± 2.50	BCDE	28.75 ± 0.25	CDEFGH	1.740 ± 0.00	FG	44.00 ± 0.00	EFGHI	16.95 ± 0.05	BCDE
Efece 98	3.55 ± 0.05	AB	69.50 ± 0.00	G	741.0 ± 6.00	L	27.65 ± 0.35	LJ	1.690 ± 0.00	D	44.20 ± 0.20	EFGHI	17.10 ± 0.10	B
Angora	3.45 ± 0.05	AB	69.40 ± 0.00	G	744.5 ± 0.50	HJ	28.35 ± 0.15	FGHIJ	1.760 ± 0.00	C	41.80 ± 0.20	EFGHI	16.40 ± 0.10	H
Kaya 7794	3.55 ± 0.05	AB	71.10 ± 0.00	C	735.5 ± 0.50	JK	28.55 ± 0.05	BCD	1.640 ± 0.00	I	59.00 ± 0.20	ABCODEF	16.55 ± 0.05	J
Bornova 92	3.55 ± 0.05	AB	68.10 ± 0.10	I	780.0 ± 3.00	CDEFG	28.10 ± 0.20	BCDEF	1.850 ± 0.00	I	48.40 ± 0.20	CDEFGH	16.75 ± 0.05	DEF
Ankara 86	3.55 ± 0.05	AB	68.00 ± 0.00	I	780.5 ± 5.50	CDEFG	28.65 ± 0.16	BCDEFG	1.690 ± 0.00	G	60.20 ± 0.20	ABCODE	16.85 ± 0.05	BCDEF
Şelimi 91	3.40 ± 0.00	B	67.65 ± 0.05	I	784.5 ± 4.60	BCD	29.80 ± 0.10	BC	1.740 ± 0.60	H	35.60 ± 0.00	GHI	16.65 ± 0.05	FGH
Yığılky 367	3.45 ± 0.05	AB	68.00 ± 0.00	K	716.5 ± 1.50	GHIJ	28.75 ± 0.05	DEFGH	1.670 ± 0.00	HI	34.80 ± 0.40	HI	16.45 ± 0.05	GH
Balkan 95	3.65 ± 0.05	A	68.70 ± 0.10	F	716.0 ± 1.00	H	27.65 ± 0.05	GHIJ	1.800 ± 0.00	KL	55.40 ± 0.40	BCDEF	16.90 ± 0.00	I
Şişecam	3.65 ± 0.05	AB	70.10 ± 0.10	EF	694.0 ± 6.00	L	32.25 ± 0.15	A	1.820 ± 0.00	J	74.20 ± 0.00	A	13.45 ± 0.05	L

Not: Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir (p < 0.05)

Çizelge 4.6. Malt kalite değerlerine göre çeşitlerin oransal farklılık dereceleri

Çeşit Adı	Tokak 157/37	Ankara 86	Yeşilçay 387	Çumhuriyet 0	Verçil 147	Kaya 7794	Hamidiye 85	Öbruk 86	Anadolü 86	Bülbal 89	Erginel 90	Bilgi 91	Sahin 91	Tarm 92	Efes 3	Bornova 92	Yeşevi 93	Karayıy 94	Orza 96	Aydınhanım	Balkan 96	Kalyacı 97	Kanal 97	Sladoran	Anadolü 98	Efes 98	Angora	Çetin 2000
Tokak 157/37																												
Ankara 86	0.140																											
Yeşilçay 387	0.225	0.160																										
Çumhuriyet 50	0.083	0.212	0.395																									
Verçil 147	0.310	0.058	0.270	0.316																								
Kaya 7794	0.115	0.134	0.343	0.340	0.312																							
Hamidiye 85	0.047	0.101	0.282	0.148	0.220	0.111																						
Öbruk 86	0.029	0.185	0.412	0.068	0.402	0.206	0.074																					
Anadolü 86	0.059	0.189	0.316	0.050	0.396	0.305	0.100	0.013																				
Erginel 90	0.144	0.130	0.418	0.202	0.248	0.173	0.022	0.031	0.029																			
Bülbal 89	0.028	0.092	0.243	0.033	0.213	0.168	0.025	0.031	0.029																			
Bilgi 91	0.338	0.233	0.500	0.452	0.334	0.198	0.132	0.379	0.464	0.249	0.070																	
Sahin 91	0.208	0.208	0.174	0.124	0.362	0.351	0.178	0.158	0.095	0.079	0.216	0.420																
Tarm 92	0.107	0.065	0.213	0.206	0.184	0.041	0.052	0.139	0.187	0.066	0.072	0.122	0.152															
Efes 3	0.169	0.237	0.320	0.264	0.358	0.224	0.032	0.180	0.183	0.103	0.053	0.138	0.191	0.125														
Bornova 92	0.126	0.183	0.250	0.149	0.366	0.238	0.052	0.075	0.051	0.043	0.076	0.270	0.059	0.114	0.045	0.169												
Yeşevi 93	0.115	0.187	0.219	0.262	0.329	0.157	0.027	0.176	0.171	0.093	0.105	0.188	0.196	0.105	0.011	0.133	0.069											
Karayıy 94	0.019	0.141	0.272	0.075	0.338	0.163	0.031	0.044	0.093	0.052	0.093	0.310	0.096	0.088	0.098	0.132	0.025	0.082										
Orza 96	0.015	0.163	0.332	0.061	0.260	0.139	0.085	0.092	0.122	0.041	0.178	0.327	0.226	0.120	0.216	0.121	0.195	0.162	0.075									
Aydınhanım	0.481	0.341	0.372	0.842	0.306	0.198	0.423	0.642	0.714	0.541	0.537	0.454	0.680	0.285	0.517	0.310	0.585	0.381	0.526	0.546								
Balkan 96	0.157	0.337	0.541	0.272	0.493	0.283	0.050	0.144	0.192	0.135	0.059	0.189	0.309	0.192	0.027	0.330	0.096	0.069	0.107	0.211	0.642							
Kalyacı 97	0.695	0.604	0.884	1.000	0.869	0.294	0.726	0.737	0.941	0.769	0.722	0.696	0.896	0.414	0.930	0.644	0.874	0.851	0.736	0.747	0.437	0.957	0.326					
Kanal 97	0.470	0.272	0.440	0.659	0.407	0.186	0.279	0.468	0.567	0.384	0.215	0.141	0.430	0.125	0.296	0.299	0.337	0.317	0.391	0.526	0.290	0.400						
Sladoran	0.028	0.058	0.148	0.094	0.187	0.164	0.046	0.080	0.055	0.018	0.131	0.320	0.128	0.093	0.144	0.038	0.088	0.083	0.032	0.059	0.431	0.206	0.432	0.793				
Anadolü 98	0.112	0.084	0.166	0.301	0.199	0.116	0.041	0.204	0.206	0.114	0.151	0.194	0.265	0.090	0.092	0.069	0.137	0.028	0.117	0.168	0.256	0.168	0.286	0.734	0.055			
Efes 98	0.092	0.137	0.155	0.213	0.334	0.160	0.040	0.105	0.087	0.062	0.116	0.270	0.109	0.083	0.052	0.106	0.021	0.020	0.031	0.171	0.374	0.120	0.293	0.743	0.048	0.046		
Angora	0.161	0.259	0.349	0.262	0.433	0.261	0.043	0.138	0.135	0.106	0.068	0.216	0.189	0.161	0.000	0.244	0.023	0.028	0.074	0.244	0.566	0.023	0.346	0.965	0.143	0.110	0.037	
Çetin 2000																												



Şekil 4.24. Malt kalite kriterleri bakımından çeşitlere ait dendrogram

bulunmaktadır. Dördüncü ana küme 2 alt gruptan meydana gelmiştir. Buna göre ilk alt grubu Ankara 86, Bornova 92 ve Yerçil 147, ikinci alt grubu Kaya 7794 ve Tarm 92 çeşitleri oluşturmaktadır. Beşinci ana kümede sadece Şahin 91 çeşidi bulunmaktadır. Altıncı küme üç alt gruptan ibaret olup, birinci alt grupta Tokak 157/37 ve Aydanhanım, ikinci alt grupta Obruk 86, Orza 96, Anadolu 86, Bülbül 89 ve Anadolu 98, üçüncü alt grupta ise Cumhuriyet 50 çeşidi yer almaktadır. Yedinci ve son ana küme ise dört alt gruptan oluşmuştur. Alt gruplardan birincisinde Efes 3, Çetin 2000 ve Karatay 94 ve Kalaycı 97, ikincisinde Hamidiye 85 ve Erginel 90, üçüncüsünde Yesevi 93 ve Angora, dördüncüsünde ise Efes 98 çeşidi bulunmaktadır.

Çeşitlere ait hordein bant modelleri (çizelge 4.2.) ile malt kalite kriterlerinin tamamına göre çizilen dendogram (şekil 4.23.) birlikte değerlendirildiğinde, çeşitlerden farklı hordein bant modellerine sahip olanların aynı kümede, benzer hordein bant modellerine sahip olanların ise farklı kümelerde yer alabildikleri belirlenmiştir. Örneğin, Sladoran ve Balkan 96 çeşitleri farklı hordein bant modellerine sahiplerken, malt kalite kriterleri bakımından aynı kümede yer almışlardır. Yine benzer hordein bant modellerine sahip Yesevi 93 ve Tarm 92 çeşitleri malt kalite kriterleri bakımından farklı kümelerde bulunmaktadırlar.

Farklı hordein bant modellerine sahip çeşitlerden bazıları arasında, belirli malt kalite kriterlerinin ortalamaları bakımından farkın önemli bulunmadığı ve farklı hordein bant modeline sahip bu çeşitlerin malt kaliteleri bakımından aynı kümede yer alabildikleri görülmüştür. Bu durumda, genel olarak hordein bant modelleri ile malt kalitesi arasında herhangi bir ilişkinin bulunduğunu söylemek oldukça zordur.

Her bir hordein bandının söz konusu malt kalite kriterleri üzerine etkisi tek yönlü varyans analizi ile araştırılmıştır (çizelge 4.7.). Çizelge 4.7.'de görüldüğü üzere, rutubet ile 3, özüt ile 8, çözünür azot ile 9, kolbach indeksi ile 3, viskozite ile 20, friabilimetre ile 19, protein ile 11 tane hordein bandının bulunup bulunmaması ile ilgili özelliklerin ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Farklı bantlara sahip çeşitlerin malt kalite kriterleri ortalamalarına ait F değerleri

Bantlar (Rem)	Rutubet	Özüt	Çözünür Azot	Kolbach İndeksi	Viskozite	Friabilmetre	Protein
23	0.09±0.09	0.78±1.41	3.10±31.98	0.01±1.01	8.71±0.07**	11.65±8.43**	0.37±1.01
27	0.15±0.09	0.16±1.43	6.56±30.23*	0.90±0.99	1.37±0.07	1.66±9.83	3.44±0.96
28	1.75±0.09	0.24±1.43	0.23±33.69	1.01±0.99	4.32±0.07*	3.02±9.60	0.07±1.02
29	0.30±0.09	3.61±1.34	0.17±33.72	0.74±1.00	9.15±0.06**	4.44±9.37*	0.14±1.02
30	0.30±0.09	1.06±1.40	0.01±33.82	0.99±0.99	3.62±0.07	0.61±10.03	0.68±1.01
31	1.75±0.09	0.77±1.41	4.14±31.42	0.11±1.01	2.03±0.07	3.63±9.50	2.24±0.98
32	1.75±0.09	4.25±1.33*	0.17±33.72	1.50±0.98	0.27±0.07	0.03±10.14	0.21±1.02
34	0.90±0.09	1.69±1.39	0.04±33.81	1.09±0.99	3.12±0.07	0.29±10.09	0.36±1.02
36	3.93±0.08	0.07±1.43	3.27±31.89	0.23±1.01	7.22±0.06*	7.98±8.87**	0.74±1.00
37	0.05±0.09	0.67±1.41	2.98±32.04	0.10±1.01	0.46±0.07	1.13±10.12	1.24±0.99
38	0.03±0.09	0.40±1.42	0.00±33.83	0.35±1.00	0.02±0.07	0.03±10.14	0.21±1.02
39	0.96±0.09	3.96±1.33	2.75±32.17	0.20±1.00	6.60±0.06*	1.25±9.91	0.55±1.01
40	0.74±0.09	0.56±1.42	0.01±33.83	4.88±0.93*	0.15±0.07	0.03±10.14	0.71±1.01
41	1.01±0.09	0.15±1.43	4.56±31.21*	0.01±1.01	0.46±0.07	3.08±9.59	1.04±1.00
43	0.23±0.09	4.97±1.31*	1.91±32.65	1.08±0.99	0.88±0.07	0.47±10.05	1.51±0.99
44	0.96±0.09	0.00±1.43	0.04±33.81	2.44±0.97	6.71±0.06*	6.89±9.02**	0.09±1.02
45	0.03±0.09	0.35±1.42	2.31±32.42	0.19±1.01	9.49±0.06**	26.52±7.14**	0.63±1.01
51	0.09±0.09	0.78±1.41	3.10±31.98	0.00±1.01	8.71±0.06**	11.65±8.43**	0.37±1.02
65	0.96±0.09	0.00±1.43	0.00±33.83	1.02±0.99	0.19±0.07	0.79±1.00	0.50±1.01
66	1.12±0.09	2.88±1.36	5.18±30.90*	0.04±1.01	8.15±0.06**	7.35±8.96*	4.91±0.94*
67	3.93±0.08	0.07±1.43	3.27±31.89	0.23±1.01	7.22±0.06*	7.98±8.87**	0.74±1.00
68	2.07±0.09	3.74±1.34	3.46±31.78	7.65±0.89**	1.51±0.07	0.35±10.08	6.04±0.92*
70	0.08±0.09	0.08±1.43	0.00±33.83	0.20±1.01	2.74±0.07	0.25±10.10	0.16±1.02
71	0.92±0.09	0.00±1.43	3.48±31.77	2.61±0.96	0.56±0.07	2.95±9.61	1.77±0.99
72	0.39±0.09	0.67±1.41	2.78±32.16	2.98±0.96	0.03±0.07	0.20±10.10	0.76±1.01
73	5.91±0.08*	8.46±1.24**	1.72±32.77	0.49±1.00	2.36±0.07	0.61±10.03	6.04±0.92*
75	0.47±0.09	3.34±1.35	1.75±32.75	1.34±0.98	5.31±0.07**	2.46±9.69	0.83±1.01
76	0.28±0.09	0.97±1.40	0.44±33.55	0.52±1.00	7.35±0.06*	11.01±8.50**	0.05±1.02
77	0.12±0.09	0.04±1.43	0.40±33.58	0.59±1.00	0.11±0.07	0.61±10.03	1.67±0.99
79	0.16±0.09	1.23±1.40	1.96±32.62	1.29±0.99	5.12±0.07*	15.28±8.05**	1.32±1.00
80	0.47±0.09	1.37±1.40	4.95±31.01*	0.10±1.01	18.40±0.06**	31.39±6.83**	5.51±0.93*
81	0.08±0.09	0.08±1.43	0.00±33.83	0.20±1.01	2.74±0.07	0.25±10.10	0.16±1.02
82	0.05±0.09	2.86±1.36	0.29±33.65	0.60±1.01	3.54±0.07	0.00±10.14	0.02±1.02
83	0.02±0.09	2.29±1.37	0.53±33.50	0.66±1.00	2.66±0.07	1.88±9.80	0.08±1.02
84	0.60±0.09	1.10±1.40	1.48±32.91	0.48±1.00	5.72±0.07*	4.70±9.34**	1.47±1.00
85	2.65±0.09	7.26±1.27*	4.49±31.24*	0.46±1.00	10.56±0.06**	8.33±8.83**	6.27±0.92*
86	0.12±0.09	0.00±1.43	1.48±32.91	0.95±0.99	0.05±0.07	5.08±9.28*	1.01±1.00
87	5.91±0.08*	8.46±1.24**	1.72±32.77	0.49±1.00	2.36±0.07	0.61±10.03	6.04±0.92*
88	3.60±0.09	3.25±1.35	6.06±30.47*	0.84±0.99	13.66±0.06**	4.67±9.34*	9.88±0.87**
89	2.57±0.09	0.40±1.42	2.90±32.09	1.09±0.99	3.48±0.07	0.78±1.00	0.17±1.02
90	0.96±0.09	10.28±1.21**	0.07±33.79	0.01±1.01	0.28±0.07	2.87±9.63	0.00±1.02
91	5.32±0.08*	0.83±1.41	2.44±32.35	0.98±0.99	24.24±0.05**	12.90±8.29**	7.14±0.91*
92	0.06±0.09	1.91±1.38	2.60±32.26	0.31±1.00	4.46±0.07*	6.16±9.12*	0.83±1.00
94	0.05±0.09	8.93±1.24**	2.66±32.23	0.03±1.01	2.02±0.07	0.02±10.14	1.19±1.00
95	0.15±0.09	0.13±1.43	3.27±31.89	1.84±0.98	0.47±0.07	0.15±10.12	2.72±0.97
96	0.38±0.09	0.49±1.42	0.20±33.71	2.14±0.97	1.72±0.07	3.63±9.50	0.02±1.02
98	0.05±0.09	0.02±1.43	0.01±33.83	0.60±1.00	1.04±0.07	0.60±10.03	0.35±1.02
99	0.15±0.09	4.87±1.31*	9.03±29.15**	6.07±0.91*	3.79±0.07	2.69±9.66	10.18±0.87**
100	2.33±0.09	0.80±1.41	2.44±32.35	0.00±1.01	4.62±0.07*	2.36±9.71	2.75±0.97
101	0.23±0.09	3.84±1.34	8.42±29.40**	0.25±1.00	2.98±0.07	4.58±9.35*	10.45±0.86**
102	0.19±0.09	0.91±1.41	1.17±33.10	3.35±0.95	0.02±0.07	0.28±10.09	0.57±1.01
103	0.96±0.09	0.58±1.42	9.92±28.79**	2.66±0.96	1.50±0.07	7.54±8.93*	7.45±0.90**
104	1.75±0.09	0.77±1.41	4.14±31.42	0.11±1.01	2.03±0.07	3.63±9.50	2.24±0.98
105	0.96±0.09	0.00±1.43	0.00±33.83	1.02±0.99	0.19±0.07	0.79±1.00	0.50±1.01

\*: p < 0.05; \*\*: p < 0.01.

Hordein bantlarından Rem değeri 73, 87 ve 91'in var olduğu ve olmadığı çeşitlerin rutubet oranı ortalamaları arasındaki fark önemli ( $p<0.01$ ,  $p<0.05$ ) çıkmıştır. Rem değerleri 73 ve 87 olan bantlara sahip çeşitlerin rutubet ortalamaları daha yüksek; Rem değeri 91'e sahip olan çeşitlerin ise daha düşük olup bu farklılıklar istatistik olarak önemli ( $p<0.01$ ,  $p<0.05$ ) bulunmuştur (çizelge 4.8.).

Rem değeri 85 olan hordein bandına sahip çeşitlerin özüt oranı ortalamaları, söz konusu banda sahip olmayan çeşitlerin ortalamalarından daha yüksek; 32, 43, 73, 87, 90, 94, 99 rem değerli bantlara sahip olan çeşitlerin ise daha düşük bulunmuştur (çizelge 4.8.).

Çözünür azot miktarı ortalamaları, çeşitlerden 27, 41, 66, 85, 88, 101, 103 Rem değerli hordein bantlarına sahip olanların, belirtilen bantlara sahip olmayanlarınkinden daha yüksek; 80 ve 99 Rem değerli bantlara sahip olan çeşitlerin ise daha düşük bulunmuştur (çizelge 4.8.).

Rem değeri 40, 68 ve 99 olan hordein bantlarına sahip çeşitlerin Kolbach indeksi ortalamaları, bu bantlara sahip olmayan çeşitlerin ortalamalarından daha yüksek bulunmuştur (çizelge 4.8.).

Viskozite ortalamaları, 23, 45, 51, 66, 75, 79, 85, 88, 92, 100 Rem değerli hordein bandına sahip olan çeşitlerin, bu bantlara sahip olmayan çeşitlerin ortalamalarından daha yüksek; 28, 29, 36, 39, 44, 67, 76, 80, 84, 91 rem değerli bantlara sahip olan çeşitlerin ise daha düşük bulunmuştur (çizelge 4.8.).

Friabilimetre oranı bakımından, 29, 36, 44, 67, 76, 80, 84, 86, 92 ve 103 Rem değerli hordein bandına sahip olan çeşitlerin ortalamaları, bu bantlara sahip olmayan çeşitlerin ortalamalarından daha yüksek; 23, 45, 51, 66, 79, 85, 88 ve 91 Rem değerli bantlara sahip olan çeşitlerin ise daha düşük bulunmuştur (çizelge 4.8.).

Protein oranı bakımından, 66, 85, 88, 103 Rem değerli hordein bantlarına sahip olan çeşitlerin ortalamaları, belirtilen bantlara sahip olmayan çeşitlerin ortalamalarından daha yüksek; 68, 73, 80, 87, 91, 99, 100 Rem değerli bantlara sahip olan çeşitlerin protein ortalamaları oranı ise daha düşük bulunmuştur (çizelge 4.8.).

Genel olarak, Rem değerleri 80, 85, 88, 91 ve 99 olan bantlar ile birçok malt kalite kriteri arasında önemli bir ilişkinin var olduğu istatistik olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.8. Farklı bantlara sahip çeşitlerin malt kalite kriterleri ortalamalarına ait değerler

Bantlar (Rem)	Rutubet (%)	Özüt (%)	Çözünür azot (mg.100 g Km.Malt)	Kolbach İndeksi (%)	Viskozite (m.PaS/ 8,6)	Friabilimetre (%)	Protein (%)
23	0				1.660 ± 0.06	56.30 ± 11.5	
	1				1.730 ± 0.06	45.31 ± 5.10	
27	0		734.4 ± 33.31				
	1		772.6 ± 29.64				
28	0				1.705 ± 0.07		
	1				1.564 ± 0.00		
29	0				1.731 ± 0.06	46.78 ± 8.53	
	1				1.659 ± 0.07	54.33 ± 10.41	
32	0	72.50 ± 0.00					
	1	69.70 ± 1.33					
36	0				1.709 ± 0.06	48.71 ± 9.05	
	1				1.534 ± 0.03	67.10 ± 0.10	
39	0				1.711 ± 0.07		
	1				1.610 ± 0.05		
40	0			28.72 ± 0.75			
	1			29.83 ± 1.78			
41	0		745.9 ± 31.32				
	1		773.8 ± 31.17				
43	0	70.13 ± 1.20					
	1	68.86 ± 1.62					
44	0				1.718 ± 0.06	47.44 ± 8.34	
	1				1.646 ± 0.07	57.77 ± 10.98	
45	0				1.652 ± 0.06	59.34 ± 9.44	
	1				1.727 ± 0.06	44.84 ± 5.54	
51	0				1.660 ± 0.06	56.30 ± 11.51	
	1				1.730 ± 0.06	45.31 ± 5.01	
66	0		749.3 ± 35.32		1.658 ± 0.06	55.73 ± 11.54	16.06 ± 1.47
	1		776.5 ± 27.78		1.727 ± 0.07	46.33 ± 6.87	16.85 ± 0.33
67	0				1.709 ± 0.06	48.71 ± 9.05	
	1				1.584 ± 0.03	67.10 ± 0.10	
68	0			28.75 ± 0.76			16.66 ± 0.84
	1			30.57 ± 2.48			15.00 ± 2.12
73	0	3.50 ± 0.08	70.00 ± 1.21				16.66 ± 0.84
	1	3.75 ± 0.07	67.35 ± 1.91				15.00 ± 2.12
75	0				1.662 ± 0.06		
	1				1.721 ± 0.07		
76	0				1.721 ± 0.07	46.65 ± 8.47	
	1				1.649 ± 0.07	58.45 ± 8.58	
79	0				1.656 ± 0.06		
	1				1.718 ± 0.07		
84	0				1.720 ± 0.05	47.39 ± 9.52	
	1				1.657 ± 0.09	55.57 ± 8.90	
85	0	68.95 ± 1.64	749.0 ± 37.21		1.650 ± 0.05	56.48 ± 11.87	15.96 ± 1.50
	1	70.29 ± 1.02	775.1 ± 27.56		1.728 ± 0.06	46.43 ± 6.77	16.86 ± 0.32
87	0	3.50 ± 0.08	70.00 ± 1.21				16.62 ± 0.84
	1	3.65 ± 0.07	67.35 ± 1.91				15.00 ± 2.12
88	0		743.4 ± 39.24		1.636 ± 0.05	56.05 ± 12.78	15.73 ± 1.60
	1		774.8 ± 26.51		1.726 ± 0.06	47.61 ± 7.69	16.87 ± 0.30
90	0	69.96 ± 1.21					
	1	66.00 ± 0.00					
91	0	3.50 ± 0.08			1.725 ± 0.06	47.08 ± 8.04	16.78 ± 0.48
	1	3.58 ± 0.07			1.608 ± 0.03	60.80 ± 9.27	15.66 ± 1.82
92	0				1.665 ± 0.06	55.76 ± 12.16	
	1				1.720 ± 0.07	46.83 ± 6.10	
94	0	70.00 ± 1.20					
	1	67.30 ± 1.84					
99	0	70.00 ± 1.23	771.5 ± 28.70	28.73 ± 0.77			16.72 ± 0.79
	1	68.23 ± 2.07	718.0 ± 34.07	30.10 ± 1.92			15.03 ± 1.50
100	0				1.722 ± 0.05		
	1				1.667 ± 0.08		
101	0		775.1 ± 27.94			48.84 ± 7.53	16.85 ± 0.46
	1		737.9 ± 33.83			56.57 ± 13.79	15.63 ± 1.59
103	0		716.3 ± 31.21			63.40 ± 13.55	15.20 ± 1.75
	1		771.7 ± 28.57			48.12 ± 8.43	16.70 ± 0.79

\* Rem var: 0, yok: 1.



Belirli malt kalite kriterleri ile ilişkili bulunan bantlara sahip olan çeşitler ve bu bantlara sahip olmayan çeşitler arasında, ilgili malt özellikleri bakımından istatistik olarak farkın önemli bulunmadığı durumlara da rastlanabilmektedir. Örneğin yüksek özüt oranı ile ilişkili bulunan 85 Remli bandın bulunduğu 1 nolu B hordein modeline sahip Orza 96 ile bu bandın bulunmadığı 4 nolu B hordein modelini gösteren Çetin 2000 çeşitleri arasında özüt oranı bakımından fark istatistiksel olarak önemli bulunmamaktadır (çizelge 4.5.). Bu durumun nedeni olarak, malt kalitesinin sadece proteinlerden değil, aynı zamanda çok sayıda faktörden etkilenen oldukça karmaşık bir özellik olması gösterilebilir. Tohumdaki proteinlerin bileşimi ve miktarı ile birlikte nişasta miktarı ve bileşimi, endosperm hücrelerinde bulunan  $\beta$ -glukan oranı ve enzim aktivitesi de malt kalitesinde etkili olan diğer başlıca faktörleri oluşturmaktadır.

Hordein bantları ve malt kalitesi arasındaki ilişki, bu bantlarla ilgili genler ve kalite kriterlerini belirleyen genler arasındaki bir ilişkiden kaynaklanabileceği gibi belirli hordein bantlarının varlığının kalite üzerinde doğrudan etkisinden de kaynaklanabilir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların genelleştirilebilmesi için çok sayıda farklı çeşitlerle sulu ve kuru koşullarda yapılacak çalışmalara gereksinim duyulacağı ifade edilebilir. Üzerinde çalışılan çeşitler bakımından daha önce benzer bir çalışmanın olmaması elde edilen sonuçların daha etkin bir şekilde tartışılmasını sınırlamıştır.

## 5. SONUÇ

Bu araştırma ile Türkiye'deki birçok tescilli arpa çeşidini tanımlamak ve safılıklarını kontrol etmek amacıyla, hordeinin elektroforetik analizi yapılmıştır. Çalışılan 32 arpa çeşidinden 17 tanesinin (Tokak 157/37, Anadolu 86, Bülbül 89, Şahin 91, Tarm 92, Efes 3, Karatay 94, Orza 96, Kalaycı 97, Angora, Aydanhanım Kaya 7794, Bornova 92, Hamidiye 85, Erginel 90, Çetin 2000, Avcı 2002) hordein kompozisyonu temelinde saf oldukları belirlenmiştir. Çeşitlerden sadece 6 tanesi (Hamidiye 85, Balkan 96, Kalaycı 97, Kıral 97, Sladoran ve Avcı 2001) özgün bant modeli gösterdiğinden bunların diğer çeşitlerden kesin ayrımını yapmak mümkün olabilmektedir. Cumhuriyet 50, Ankara 86, Obruk 86, Yesevi 93, Balkan 96, Kıral 97, Sladoran, Anadolu 98, Efes 98 çeşitlerinde 2, Bilgi 91 çeşidinde 3, Yeşilköy 387 çeşidinde 4, Şerifhanım 98, Süleymanbey 98 çeşitlerinde 5 ve Zafer 160 çeşidinde ise 6 farklı elektroforetik model tespit edilmiştir. Böylece morfolojik karakterler dikkate alındığında saf oldukları kabul edilen bu çeşitlerin hordein polimorfizmi bakımından incelendiklerinde aslında birer popülasyon oldukları ortaya çıkmıştır. Bugüne dek morfolojik karakterlere dayalı olarak yapılan çeşit tanımlama kurallarında bundan sonra gelişmiş ülkelerde uygulandığı gibi ülkemizde de en azından biyokimyasal işaretleyicilerin de kullanılmasının artık kaçınılmaz olduğu bu araştırma ile de desteklenmiştir. Bu durum, saf olmayan çeşitlerin elde edilen verilere dayalı olarak bir an önce saflaştırılması ve Türk arpa çeşitlerinin özellikle Avrupa ülkelerinde tescili için önemli bir eksikliği giderecektir. Türkiye'de çeşit tescil işleminde morfolojik tanımlamaya ek olarak biyokimyasal işaretleyicilerin de kullanılmasının zorunlu hale getirilmesi gerekmektedir.

Genetik yakınlık değerleri kullanılarak (Dice 1945) yapılan kümeleme analizi sonucunda, hordeinin elektroforetik bant modelleri temelinde birçok arpa çeşidinin genetik olarak yakın oldukları belirlenmiştir. Bu güne dek özellikle arpa ıslahı çalışmalarının yoğunlaştığı kışlık ekimlerin yapıldığı bölgelerde ıslah edilen çeşitlerin bazıları (Tarm 92, Yesevi 93, Orza 96 ve Aydanhanım) Tokak 157/37'nin kullanıldığı melezlerden, bazıları da (Bülbül 89 ve Hamidiye 85) Tokak 157/37'nin mutant melezlerinden elde edilmiştir (çizelge 4.1.). Anadolu 98 ve Efes 98 çeşitlerinin elde edilmesinde ise anaç olarak Tokak 157/37'nin yaygın olarak yetiştirildiği bölgelerden (Tercan ve Susuz) seçilen hatlar kullanılmıştır. Bundan dolayı ortak atalara sahip

çeşitler arasında genetik yakınlık artmış ve bu çeşitler yapılan kümeleme analizinde aynı grupta veya yakın grupta yer almıştır. 6 sıralı çeşitlerden Erginel 90 ve Çetin 2000, Avcı 2002 ve Zafer 160, Yeşilköy 387 ve Kıral 97 aynı kümede yer almışlardır. Kümeleme analizi ile Ankara 86 çeşidi haricinde 6 sıralı arpa çeşitlerinin 2 sıralılardan ayrımı mümkün olmuştur. Yemlik ve maltlık arpa çeşitlerinin ayrımı kümeleme analizi ile mümkün olmamıştır.

Elektroforetik yöntemle elde edilen hordein bant/bant modellerinin malt kalite kriterleri ile ilişkisini belirlemek amacıyla 28 arpa çeşidinin malt analizleri yapılmıştır. İncelenen malt kalite özelliklerinin her biri bakımından çeşitlerin önemli farklılıklar gösterdikleri belirlenmiştir ( $p < 0.01$ ). Her bir malt kalite kriterinin ortalamaları bakımından çeşitler arasında farklılıklar incelendiğinde, farklı hordein bant modeline sahip olan çeşitlerden bir kısmının ortalamaları arasındaki farkların önemli bulunmadığı görülmüştür. Malt kalite özelliklerinin tamamı bakımından farklılıklara göre çeşitlerin sınıflandırmasını sağlayan kümeleme analizi yapıldığında farklı hordein bant modeline sahip olan çeşitlerin aynı kümede, benzer hordein bant modellerine sahip olanların ise ayrı kümelerde yer alabildikleri belirlenmiştir. Bu bulgulardan hareketle, genel olarak hordein bant modelleri ile malt kalitesi arasında bir ilişkinin var olmadığı saptanmıştır. Dolayısıyla mevcut veriler ışığında, hordein lokuslarınca belirlenen bant modellerinin malt kalitesi için dolaylı seleksiyon kriteri olarak kullanılabilme olanağının olmadığı edilmediği ileri sürülebilir .

Her bir hordein bandının malt kalite kriterlerine olan etkisi, söz konusu banda sahip olan ve olmayan çeşitler arasında ilgili özelliklerin ortalamaları bakımından farkın önemli bulunup bulunmadığı temelinde belirlenmiştir. Bu amaçla yapılan basit varyans analizi sonucunda rutubet ile 3, özüt ile 8, çözünür azot ile 9, Kolbach indeksi ile 3, vizkozite ile 20, friabilimetre ile 19, protein ile 11 tane hordein bandının var olup olmaması ile ilgili özelliklerin ortalamaları arasındaki fark önemli ( $p < 0.05$ ) çıkmıştır. Bu hordein bantları düşük veya yüksek malt kalite kriteri değerinin bir göstergesi olarak ele alınabilir. Ancak daha etkin ve genellenebilir sonuçların elde edilebilmesi için yerli çeşitlerle birlikte yabancı maltlık çeşitlerin de kullanılması, bu çeşitlerin maltlık arpa için uygun yetiştirme tekniklerinin özellikle destek sulamasının yapıldığı ortamda yetiştirilmesi ve daha sonra yapılacak olan malt analizleri ile hordein varyasyonu arasındaki ilişkinin aranması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akar, T., Avcı, M., Düşünceli, F., Tosun, H., Ozan, A., Albustan, S., Yalvaç, K., Sayım, İ., Özen, D., Sipahi, H. 1999. Orta Anadolu ve geçit bölgelerinde arpa (*H. vulgare*) tarımının sorunları ve çözüm yolları. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu. 8-11 Haziran 1999. Konya.
- Almeida, C. E. and Molina, S.C. 2001. Hordein polypeptide patterns in relation to malting quality in Brazilian barley varieties. *Pesq. Agropec. Bras., Brasilia*, 36 (2); 211-217. [http://atlas.sct.embrapa.br/pdf/pab2001/fevereiro/pab99\\_043.pdf](http://atlas.sct.embrapa.br/pdf/pab2001/fevereiro/pab99_043.pdf)
- Anonymous, 1987. European Brewery Conventation. *Analytica*. IV Ausgabe.
- Asano, K., Shinagowa, K. and Hashimoto, N. 1982. *J. Am. Soc. Brew. Chem*, 40 (4); 147- 154.
- Autran, J. C. and Scriban, R. 1977. *Roc. Eur. Brew. Conv.* 16; 47-62.
- Bamforth, C.W. 1999. *J. Am. Soc. Brew. Chem*, 57 (3); 81-90.
- Baxter, E. D. and Wainwright, T. 1979. Hordein and malting quality. *J. Am. Soc. Brew. Chem.* 37(1); 8-13.
- Bunce, N. A. C., Forde, B. G., Kreiss, M. and Shewry, P. R. 1986. DNA restriction fragment length polymorphism at hordein loci: Application to identifying and fingerprinting barley cultivars. *Seed Sci. & Technol.* 14; 419-429.
- Bushuk, W. and Zilman, R. R. 1978. Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams. I. Apparatus, method and nomenclature. *Can. J. Plant. Sci*, 58: 505-515.
- Cooke, R. J., Cliff, E. N., Draper, S. R. 1983. Barley cultivar characterization by electrophoresis II. Classification of hordein electrophoregrams. *J. Natn. Inst. Agric. Bot.* 16 (2); 197-206.
- Cooke, R. J. 1984. The Characterization and identification of crop cultivars by electrophoresis. *Electrophoresis*, 5; 59-72.
- Cooke, R. J. 1995a. Distribution and diversity of hordein alleles in barley varieties. *Seed Sci. & Technol.* 23; 865-871.
- Cooke, R. J. 1995b. Gel electrophoresis for the identification of plant varieties. *J. Chromatogr.* 698; 281-299.

- Cooper, S. R. 1987. Report of the rules committee. *Seed Sci. & Technol.* 15; 555-575.
- Curtis, A. R. and Chadwik, G. R. 1983. Analysis of grain proteins by sodiumdodecyl sulfate: Polyacrylamide gel electrophoresis and its application to registration of cereal cultivars in biochemical tests for cultivar identification., *Proc. ISTA Symp. Int. Seed Testin Assoc*, 51-59, Zurich.
- Dice, L. R. 1945. Measures of the amount of ecological association between species. *Ecology*, 26; 297-302.
- Dubcovsky, J., Ramakrishna, W., SanMiguel, P.J., Busso, CS., Yan, L., Shiloff, B. A. and Bennetzen, J. L. 2001. Comparative sequence analysis of colinear barley and rice bacterial artificial chromosomes. *Plant Physiol.* 125; 1342-1353.
- Ellegard, H. C. 1986. Identification of barley and wheat cultivars by electrophoresis of seed storage proteins. *Beretning for det 116. Statsfrokollen*; 119-127.
- Engin, A. ve Başgül, A. 1992. Biralık arpalarda çeşit karışımları. 2. Arpa-Malt Semineri, 347, Konya.
- Faccioli, P., Terzi, V., Monetti, A., Nicola, J., Pecchioni, N. 1995. B-hordein STSs markers for barley genotype identification: Comparison with RFLPs, hordein A-PAGE and morpho-physiological traits. *Seed Sci. & Technol.* 23, 415-427.
- FAOSTAT2002 <http://apps.fao.org/lim500/nphwrap.pl?Production.Crops.Primary&Domain=SUA&servlet=1>
- Faulks, A. J., Shewry, P. R. and Mifflin. B. J. 1981. The polymorphism and structural homology of storage polypeptides (hordein) coded by the *Hor2* locus in barley (*Hordeum vulgare L.*). *Biochemical Genetics.* 19; 841-858.
- Gebre, H., Khan, K. and Foster, A. E. 1986. Barley cultivars identification by polyacrylamide gel electrophoresis of hordein proteins: Catalog of cultivars. *Crop Science*, 26; 454-460.
- Harlan, J. R. and Zohary, D. 1966. Distribution of wild wheat and barley. *Science*, 4; 174-179.
- Harlan, J. R. 1976. Genetic resources in wild relatives of crop science. 16; 329-333.
- Heisel, E. S., Peterson, D. M. and Jones, B. L. 1986. Identification of United States barley cultivars by sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis of hordeins. *Cereal Chem*, 63(6); 500-505.
- He-K., Yoshida, H., Soutome, K., Kajiwara., Komatsu. S. and Hirano, H. 1993. Relationship between seed storage proteins and malting quality in two-rowed

- barley (*Hordeum vulgare L.*). National Institute of Aerobiological Resources, Kanonndai, Tsukuba 305, Japan.
- Hofstra, H., Heidekamp, F., Lebouille, J. L. M., Van Mechelen, J. and Klopper, W. J. 1989. RFLP analysis as an alternative method for the identification of barley cultivars. Pages 179-185 in: Proc. Congr. Eur. Brew. Conv. 22<sup>nd</sup>, Zurich.
- Hossain, M. A. and Sparron, D. H. B. 1991. Resistance to powdery mildew (*Erysiphe graminis f.sp.hordei*) in barley cultivars Galleon. II. Chromosomal location and linkage with hordein protein genes. *Euphytica*, 52; 11-17.
- Howard, K. A., Gayler, K. R., Eagles, H. A. and Halloran, R. 1996. The relationship between D hordein and malting quality in barley. *Journal of Cereal Science*. 24; 47-53.
- Johansen, H. B. and Shewry, P. R. 1988. Recommended designation for hordein alleles. *Barley Genetics Newsletter*. 16; 1-3.
- Kapala, A. 1981. Variability of electrohoretic subunit patterns of hordein proteins in spring barley (*Hordem vulgare L.*). *Genet. Polonica*, 22; 163.
- Marchylo, B. A. 1987. Barley cultivars identification by SDS gradient PAGE analysis of hordein. *Can. J. Plant Sci.* 67; 927-944.
- Marchylo, B. A. and Laberge, D. E. 1980. Barley cultivars identification by electrophoresis analysis of hordein proteins. *Can. J. Plant Sci*, 60; 1343-1350.
- Marchylo, B. O. and LaBerge, D. E. 1981. Barley cultivar identification by electrophoretic analysis of hordein proteins II. Catalogue of electrophoregram formulae for Canadian grown barley cultivars. *Can. J. Plant. Sci.* 61 (4); 859-870.
- Mekni, M.S. and Kourich, I. 1984. Barley-its world status and production conditions in West Asia, North Africa and Neighboring Countries. *Rachis*, 3(2).
- Molnar, S. J. and McKay, A. 1994. Restriction fragment analysis of hordein genes in western Canadian two-rowed barleys. *Can. J. Plant. Sci.* 75; 191-193.
- Montebault, A., Autran, J. C. and Joudrier, P. 1983. Varietal identification of barley and malt. *J. Inst. Brew.* 89; 299-302.
- Nielsen, G. and Johansen, H. B. 1986. Proposal for the identification of barley varieties based on the genotypes for 2 hordein and 39 isoenzyme loci of 47 reference varieties. *Euphytica*, 35; 717-728.

- Netsvetaev, V. P. 1994. Genotypic variability of malt quality in spring barley. *Cereal Research Communications*. 22 (1-2); 65-70.
- Osborne, T. B. 1924. *The vegetable proteins*. Lonmas, Green and Co. 154. London.
- Peltonen, J., Rita, H., Aikasalo, R. and Home, S. 1994. Hordein and malting quality in Northern barley. *Hereditas*. 120; 231-239.
- Perovic, D., Yan, Y., Prodanovic, S., Vracarevic, M. and Zoric, D. 1998. Characterization of spring barley cultivars by hordein seed storage protein analysis. *Rachis*. 17(1&2); 6-9.
- Pomortsev, A. A., Netsvetaev, V. P. and Sozinov, A. A. 1985. Polymorphism of cultivated barley (*Hordeum vulgare*) in respect of hordeins. *Genetica, USSR*. 21 (4); 629-639.
- Pomortsev, A. A., Bugrii, O. V., Netsvetaev, V. P., Vovchuk, S.V., Malinovskii, V. A., Levitskii, A. P., Sozinov, A. A. 1988. Association of allelic variants of hordein coding loci with some grain quality characters in barley. *Genetika*, 24 (11); 1986-1992.
- Pomortsev, A. A. 2001. Hordein polymorphism in Ethiopian barley. *Russian Journal of Genetics*, 37 (10); 1150-1160.
- Pomortsev, A. A., Kalabushkin, B. A. and Lyalina, E. V. 2001. Distribution of the allelic variants of three hordein-coding loci of spring barley in Russia. *Russian Journal of Genetics*, 37(11); 1279-1285.
- Riggs, T. J., Sanada, M., Morgan, A. G. and Smith, D. B. 1983. Use of acid gel electrophoresis in the characterization of B hordein protein in relation to malting quality and mildew resistance of barley. *J. Sci. Food Agric*. 34; 576-586.
- Robinson, L., Shechan, M., Stuart, M., Bari, A., Ford, C. and Evans, E. 2001. The influence of malt quality on the colloidal stability of beer. *Proceeding of the 10<sup>th</sup>* 1111. [www.regional.org.au/au/abst/2001/t4/robinson.htm](http://www.regional.org.au/au/abst/2001/t4/robinson.htm)
- Roininen, J., Nissila, E., Puolimatka, M. and Pulli, S. 1992. Identification of barley cultivars using SDS-PAGE electrophoresis. *Agricultural Science in Finland*, 1 (1); 73-82.
- Sasek, A., Bradova, J. and Cerny, J. 1995. Hordein marker genes in certified Czech and Slovak varieties of barley. *Potravinarske-Vedy*. 13 (1); 57-59.

- Semibratova, O. B. 1990. Marking economically useful characters of barley with components of the hordein banding pattern. Vklad molodyky uchenykh spetsialistov nauchno tekhnicheskii progress sel skokhozyaistvennom proizvodstve: Tezisy dokladov mezhvuzovskoi nauchno prakticheskoi konferentsii. 43-44.
- Shewry, P. R. 1993. Seed proteins. Barley: Chemistry and Technology. Ed: A.W. MacGregor and R. S. Bhatti. American Association of Cereal Chemists. USA.
- Shewry, P. R., Ellis, J. R. S., Pratt, H. M. and Mifflin, B. 1978a. Varietal identification of single seed of barley by analysis of hordein polypeptides. J. Sci. Food. Agric. 29; 587-596.
- Shewry, P. R., Ellis, J. R. S., Pratt, H. M. and Mifflin, B. 1978b. A Comparison of methods for the extraction and separation of hordein fractions from 29 barley varieties. J. Sci. Food. Agric. 29; 433-441.
- Shewry, P. R., Faulks, A. J., Parmar, S. and Mifflin, B. J. 1980. Hordein polypeptide pattern in relation to malting quality and the varietal identification of malted barley grain. J. Inst. Brew. 86; 138-141.
- Shewry, P. R., Wolfe, M. S., Slater, S. E., Parmar, S., Faulks, A. J. and Mifflin, B. J. 1981. Barley storage proteins in relation to varietal identification, malting quality and mildew resistance. Barley Genetics IV. Proceedings of Fourth International Barley Genetics Symposium, 22-29 July. 596-603. Edinburgh
- Shewry, P. R., Bunce, N. A. C., Kreis, M. and Forde, B. G. 1985. Polymorphism at the *Hor1* locus of barley (*Hordeum vulgare L.*). Biochemical genetics. 23; 389-402.
- Smith, D. B. and Lister, P. R. 1983. Gel-forming proteins in barley grain and their relationship with malting quality. Journal of Cereal Science, 1; 229-239.
- Smith, D. B. and Payne, P. J. 1984. A procedure for the routine determination of electrophoresis band pattern of barley and malt endosperm proteins. J. Natn. Inst. Agric. Bot. 16: 487-498.
- Smith, D. B., Lister, P. R. and Hanson, P. R. 1986. Discrimination of barley varieties by electrophoresis of endosperm proteins extractable in to a mixture of sodium dodecyl sulphate, 2-mercaptoethanol and dimethylformamide. Journal of Cereal Science. 4; 107-116.



- Vapa, L. and Radovic, D. 1998. Genetics and molecular biology of barley hordeins. *Cereal Research Communication*, 126 (1); 31-38.
- Weiss, W., Postel, W. and Görg, A. 1991a. Barley cultivars discrimination :I. Sodium dodecyl sulphate-polyacrylamide gel electrophoresis and isoelectric focusing with immobilized pH gradients. *Electrophoresis*, 12; 330-337.
- Weiss, W., Postel, W. and Görg, A. 1991b. Barley cultivars discrimination: I .Sodium dodecyl sulphate-polyacrylamide gel electrophoresis and glycoprotein blotting. *Electrophoresis*. 12; 323-330.
- White, J. and Cooke, R. J. 1992. A standard classification system for the identification of barley varieties by electrophoresis. *Seed Sci. & Technol.* 20; 663-676.
- Yamaguchi, O., Baba, T. and Furusho, M. 1998. Relationship between genotype of hordein and malting quality in Japanese barley. *Breeding Science*, 48 (3); 309-314.
- Zewen, A. C. and DeWet, J. M. 1982. Dictionary of cultivated plants and their regions of diversity. Centre for Agricultural Publishing and documentation. Wageningen.

## ÖZGEÇMİŞ

1969 yılında Ankara'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1988 yılında girdiği Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden 1992 yılında Biyolog ünvanıyla mezun oldu. 1997 yılında Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamlayarak Bilim Uzmanı ünvanını aldı.

1993 yılından 1999 yılına kadar Milli Eğitim Bakanlığı bünyesinde Sınıf Öğretmeni olarak görev yaptı. 1999 yılından bu yana Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsünde Biyolog olarak görev yapmaktadır.